

**EVALUACION DE 14 MATERIALES DE FRIJOL VOLUBLE
(Phaseolus vulgaris L.) RESISTENTES A (Fusarium oxysporum
f. sp phaseoli), Y DE 4 VARIEDADES COMERCIALES
EN EL MUNICIPIO DE CÓRDOBA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**JESÚS BENAVIDES VALLEJO
FELIPE TACÁN PINCHAO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar
al Título de Ingeniero Agrónomo**

**Presidente de Tesis
OSCAR E. CHECA CORAL I.A., M.Sc.**

**Coopresidente
GERMAN ARTEAGA MENESES I.A., M.Sc..**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2001**

**EVALUACION DE 14 MATERIALES DE FRIJOL VOLUBLE
(Phaseolus vulgaris L.) RESISTENTES A (Fusarium oxysporum
f. sp phaseoli), Y DE 4 VARIEDADES COMERCIALES
EN EL MUNICIPIO DE CÓRDOBA
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

**JESÚS BENAVIDES VALLEJO
FELIPE MAGLODYEN TACÁN PINCHAO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2001**

*“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de Grado son
responsabilidad exclusivas de los autores”*

*Artículo1⁰ . Del acuerdo N° 324 de Octubre 11 de 19966 emanado
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño*

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre 16 de 2001

MI Madre
Mis hermanas
Mis familiares
Mis amigos y compañeros

JESUS LEANDRO BENAVIDES VALLEJO

Mis padres
Mis hermanos
Mis hermanas
A mi hijo Alvaro Felipe
Mis sobrinos
Mis sobrinas
Mis familiares
Mis amigos y compañeros

FELIPE GAGLODYEN TACAN PINCHAO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

GERMAN ARTEAGA MENESES Ingeniero Agrónomo y Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

BENJAMÍN SAÑUDO SOTELO Ingeniero Agrónomo y Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

OSCAR CHECA CORAL Ingeniero Agrónomo y Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

HERNANDO CRIOLLO Ingeniero Agrónomo y Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

HUGO RUIZ ERAZO Ingeniero Agrónomo y Decano de la Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

NESTOR FELIPE ANGULO Ingeniero Agrónomo ICA. San Juan de Pasto.

MARIA VICTORIA BENAVIDES. Secretaria Academia FACIA. Universidad de Nariño.

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS.

Todas las personas e instituciones que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. MARCO TEORICO	4
1.1 GENERALIDADES	4
1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL	4
1.3 AMARILLAMIENTO DEL FRIJOL CAUSADO POR (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>).	6
1.3.1 Aspectos generales	6
1.3.2 Control	8
1.3.2.1 Control cultural	9
1.3.2.2 Control genético	9
1.4 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DE FRIJOL VOLUBLE (ICA RUMICHACA Y OBN 102)	12
1.4.1 ICA Rumichaca. Origen	12
1.4.1.1 Variedad mejorada para clima frío	12
1.4.2 OBN 102. Origen	12
1.4.2.1 Línea mejorada para clima frío	13
2. DISEÑO METODOLOGICO	15
2.1 EVALUACION AGRONOMICA DE MATERIALES PROMISORIOS DE FRIJOL VOLUBLE RESISTENTES A (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>).	15
2.1.1 Diseño experimental	16
2.1.2 Area experimental	16
2.2 COMPONENTE TECNOLOGICO	17
2.2.1 Preparación del terreno	17
2.2.2 Siembra y fertilización	17
2.2.3 Manejo fitosanitario	18
2.2.4 Manejo de malezas	19
2.2.5 Sistema de enmallado	20
2.3 EVALUACION AGRONOMICA DE LINEAS F8, RESISTENTES A (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>).	20
2.3.1 Diseño experimental	22
2.3.2 Area experimental	22
2.4 VARIABLES AGRONOMICAS EVALUADAS	23

2.4.1	Ciclo productivo	23
2.4.1.1	Días a floración	23
2.4.1.2	Días a formación de vainas	23
2.4.1.3	Días a llenado de vainas	23
2.4.1.4	Días a madurez fisiológica	24
2.4.1.5	Días a madurez de cosecha	24
2.4.2	Componentes del rendimiento	24
2.4.2.1	Número de vainas por planta y vaneamiento	24
2.4.2.2	Número de granos por vaina	25
2.4.2.3	Peso de 100 semillas	25
2.4.2.4	Rendimiento	25
2.5	INCIDENCIA DEL PATOGENO (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp. phaseoli</u>).	26
2.6	ANALISIS ESTADISTICO	26
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
3.1	EVALUACION AGRONOMICA DE MATERIALES PROMISORIOS RESISTENTES A (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp. phaseoli</u>).TIPO BOLON ROJO Y BOLON BLANCO	28
3.1.1	Ciclo productivo	28
3.1.1.1	Días a floración	28
3.1.1.2	Días a formación de vainas	30
3.1.1.3	Días a llenado de vainas	31
3.1.1.4	Días a madurez fisiológica	34
3.1.1.5	Días a madurez de cosecha	35
3.1.2	Componente de rendimiento	41
3.1.2.1	Número de vainas llenas por planta	41
3.1.2.2	Porcentaje de vaneamiento	42
3.1.2.3	Número de granos por vaina	44
3.1.2.4	Peso de 100 semillas	44
3.1.2.5	Rendimiento de grano seco Kg/ha	45
3.1.3	Distribución de la producción días a cosecha de cinco líneas de Frijol voluble resistentes a (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp. phaseoli</u>). y dos testigos	51
3.1.4	Incidencia del patógeno en cinco líneas de frijol voluble Resistentes a (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp. phaseoli</u>) y dos testigos	54
3.1.4.1	Producción en relación al % de incidencia de cinco líneas de Fríjol voluble resistentes a (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp.</u> <u>phaseoli</u>) y dos testigos	56
3.2	EVALUACION AGRONOMICA DE LINEAS F8 RESISTENTES A (<u>Fusarium oxisporum</u> <u>f.sp. phaseoli</u>)	59
3.2.1	Ciclo productivo	59
3.2.1.1	Días a floración	59
3.2.1.2	Días a formación de vainas	61
3.2.1.3	Días a llenado de vainas	61

3.2.1.4	Días a madurez fisiológica	62
3.2.1.5	Días a madurez de cosecha	66
3.2.2	Componentes de rendimiento	69
3.2.2.1	Número de vainas llenas por planta	69
3.2.2.2	Porcentaje de vaneamiento	70
3.2.2.3	Número de granos por vainas	73
3.2.2.4	Peso de 100 semillas	74
3.2.2.5	Rendimiento de grano seco Kg/ha	75
3.2.3	Distribución de la producción en relación días a cosecha de diez Líneas de frijol voluble resistentes a (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>) y dos testigos	81
3.2.4	Incidencia del patógeno en diez líneas de frijol voluble resistente A (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>) y dos testigos	83
3.2.4.1	Producción en relación al % de incidencia de diez líneas de Fríjol voluble resistentes a (<u>Fusarium oxisporum</u> f.sp. <u>phaseoli</u>) y dos testigos.	85
4.	CONCLUSIONES	87
5.	RECOMENDACIONES	89
	BIBLIOGRAFIA	90
	ANEXOS	94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Comparación de promedios para días a floración de cinco líneas de frijol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	32
Tabla 2. Comparación de promedios para días a formación de vainas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	33.
Tabla 3. Comparación de promedios para días a llenado de vainas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	36
Tabla 4. Comparación de promedios para días a madurez fisiológica de cinco líneas de frijol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	37

Tabla 5. Comparación de promedios para días a madurez cosecha de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 40

Tabla 6. Comparación de promedios para número de vainas por planta de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 43

Tabla 7. Comparación de promedios para el porcentaje de vaneamiento de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 46

Tabla 8. Comparación de promedios para número de granos por vaina de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 47

Tabla 9. Comparación de promedios para el peso de 100 semillas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 48

Tabla 10. Comparación de promedios para los rendimientos (kg/ha) de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 49

Tabla 11. Comparación de promedios para días a floración de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos 60

Tabla 12. Comparación de promedios para días a formación de vainas de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 63

Tabla 13. Comparación de promedios para días a llenado de vainas de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 64

Tabla 14. Comparación de promedios para días a madurez fisiológica de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 65

Tabla 15. Comparación de promedios para días a madurez cosecha de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 67

Tabla 16. Comparación de promedios para número de vainas por planta de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos. 71

Tabla 17. Comparación de promedios para el porcentaje de vaneamiento de diez líneas de frijol voluble resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y dos testigos. 72

Tabla 18. Comparación de promedios para número de granos por vaina de diez líneas de frijol voluble resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y dos testigos. 76

Tabla 19. Comparación de promedios para el peso de 100 semillas de diez líneas de frijol voluble resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y dos testigos. 77

Tabla 20. Comparación de promedios para los rendimientos (kg/ha) de diez líneas de frijol voluble resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y dos testigos. 79

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Escala general de enfermedades	27
Cuadro 2. Análisis del % de incidencia de comparación de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxyporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	57
Cuadro 3. Análisis del % de incidencia de comparación de diez líneas de fríjol voluble resistentes a <u>(Fusarium oxyporum f. sp phaseoli)</u> y dos testigos.	84

ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Análisis de variancia para el número de días desde la siembra hasta las diferentes etapas del ciclo de vida de 7 materiales de bolón blanco y rojo de frijol voluble resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**). 95

Anexo 2. Análisis de variancia para las componentes de rendimiento y producción de 7 materiales de bolón blanco y rojo de frijol voluble resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**). 96

Anexo 3. Análisis de variancia para el número de días desde la siembra hasta las diferentes etapas del ciclo de vida de 12 materiales (líneas F8) de frijol voluble resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**). 97

Anexo 4. Análisis de variancia para componentes de rendimiento y producción el número de 12 materiales (líneas F8) de frijol voluble resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**). 98

Anexo 5. Plano de campo y distribución de los materiales Promisorios de frijol voluble resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**). 99

Anexo 6. Plano de campo y distribución de las líneas F8 resistentes a (**Fusarium oxisporum f.sp. phaseoli**) 100

GLOSARIO

ANTARCNOSIS: Enfermedad producida por algunos hongos y se caracteriza por el desarrollo de lesiones necróticas delimitadas, en las cuales aparece subepidérmicamente fructificaciones (acervulos) del agente causal.

CLOROSIS: Síntoma caracterizado por la pérdida parcial o total de la clorofila en las hojas.

ESPECIE: Grupo de individuos con muchas características morfológicas semejantes.

FUNGUICIDA: Cualquier sustancia que inhiba o mate un hongo.

FUSARIUM OXYSPORUM F. PHASEOLI: Enfermedad producida por algunos hongos que caracterizan a las plantas severamente infectadas con clorosis, marchitamiento de hojas y finalmente sufre una senescencia prematura.

GEN: Es un segmento de ADN que da origen a un producto particular enzimático con un efecto especial sobre el fenotipo.

INCIDENCIA: Se refiere a la cantidad de unidades vegetales (planta, hojas, vainas, etc), que están afectadas por una enfermedad en una población cualquiera de plantas o vainas y se expresa como porcentaje de la población total evaluada.

INMUNIDAD : Ningún síntoma visible de la enfermedad o presencia de lesiones.

INOCULO : Es el organismo patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección.

MARCHITAMIENTO : Se manifiesta como un déficit hídrico parcial o total del follaje y otros órganos aéreos, producidas por un patógeno que altera la absorción o el transporte de agua y nutrientes.

PATOGENO: Organismo y virus capaces de producir una enfermedad en un hospedero.

PESTICIDA: Sustancia utilizada para controlar, prevenir, destruir los efectos de alguna peste.

RAZA: Subdividen de una especie que denota un grupo genéticamente diferenciable por características de orden fisiológicas.

RESISTENCIA : Cualidad heredable de un hospedero que permite retardar, prevenir o impedir el desarrollo de una enfermedad o plaga.

TOLERANCIA: Cualidad hereditable de un hospedero, que le permite crecer y fructificar en presencia de un agente patógeno sin que éste afecte significativamente.

VARIABILIDAD: La capacidad genotípica de una especie, de una población o progenie para desarrollar diferentes genotipos, dependiendo del sistema de reproducción y de la aparición de mutaciones.

VARIACION: Modificación estructural, morfológica o fisiológica en los caracteres de la descendencia respecto a sus progenitores.

VARIEDAD: Un grupo de individuos de una misma especie que se diferencia en características menores del resto de las demás especies.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los meses de Noviembre de 1.999 y Agosto del 2000, en la Vereda Guitungal Municipio de Córdoba, Departamento de Nariño ubicada a 2567 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 13 ° C y con precipitación de 1180 milímetros durante el ciclo del cultivo. Con el objeto de evaluar 18 líneas promisorias de frijol voluble resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** Las variables evaluadas fueron días a floración, días a formación de vainas, días a llenado de vainas, días a madurez fisiológica, días a cosecha, número de vainas por planta, número de granos por planta, porcentaje de vaneamiento, porcentaje de plantas afectadas por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y rendimiento (Kg/Ha.); utilizando un diseño de bloque al azar con tres repeticiones.

Los resultado se analizaron de acuerdo con el análisis de varianza y pruebas de significancia de Tukey. También se transformaron los datos de porcentajes de vaneamiento con la formula $Y = \arcsin \sqrt{\%}$ Para su interpretación y los resultados del porcentaje de incidencia se obtuvo con la formula $\% \text{ incidencia} = \frac{\text{número de plantas afectadas}}{\text{número de plantas presentes}} \times 100$, para ser analizadas mediante una tabla de estandarización de enfermedades propuesta por Castaño.J;

Tomando como criterio la importancia de las variables días a madurez de cosecha, rendimiento, porcentaje de plantas afectadas por V **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**.

Los materiales experimentales de grano rojo L43, L17, bolón rojo precoz (selección individual) se caracterizaron por ser más precoces en cuanto a los días de cosechas con 180,3 a 190 días. Mientras los materiales de grano blanco L59, L60 y OBN102 cumplen su ciclo entre 200.6 a 207 días; siendo el más tardío bolón rojo regional con 216 días. Para las líneas F8 los tratamientos L106, OBN102 y BR59 con 203 a 207.3 tendieron a comportasen como los más tardíos respecto a los tratamientos L87, y R, L89, P3, L24, L3. L4, P2 y P1 con 186.6 a 193 días. Los peores materiales en cuanto su rendimiento y porcentajes de plantas afectadas por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** fueron bolón rojo regional, P1 y BR59.

Los mejores rendimientos para las líneas de selección individual fueron los materiales de grano blanco L59, L60 y OBN102 con 3479.3 a 2904.3 kilogramos/Ha., para las líneas (F8), L3, P2, OBN102, L24 y L4 los mejores rendimientos fueron 2822.3 a 3676.3 kilogramos/Ha.

En la relación de la producción el porcentaje de plantas afectadas por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** se observó que la producción está directamente relacionada a la resistencia del material

ABSTRACT

The present work was carried out in the months of November of 1999 and January of 2000, in the sidewalk Guitungal Municipio of Córdoba, department of Nariño located 2567 m.s.n.m., with to temperature average of 13° C and to precipitation of 1180 millimeters during the cultivation cycle. In order to evaluating 18 resistant promissory lines of inconstant bean to (**Fusarium oxysporum f. Sp phaseoli**) the evaluated unstable went days to flowers, days to formation of sheaths, days had filled with sheaths, days to physiologic maturity, days to crop number of sheaths for plant, number of grains for Viana, vaneamiento percentage, percentage of plants affected for (**Fusarium oxysporum f. Sp phaseoli**) and yield (Kg / there is.); using a design of blocks at random with three repetitions.

The results were analyzed of agreement with the variance analysis and tests of significancia of Tukey. The data of vaneamiento percentages also transformed with the formula $AND = \arcsin \sqrt{\%}$ For its interpretation and the results of the percentage of incidence was obtained with the formula $\% \text{ incidence} = \frac{\text{number of plants affected}}{\text{number of plants present}} \times 100$, to be analyzed by means of a chart of standardization of illnesses proposed by Chestnut tree. J. Taking as approach the importance of

unstable days to crop maturity, yield, percentage of plants affected for **(Fusarium xysporum f. sp phaseoli)**.

The experimental materials of net grain L43, L17, precocious net ball (individual selection) they were characterized to be precocious ace for the days of crops with 180,3 to 190 days lives. While the materials of white grain L59, L60 and OBN102 complete their cycle among 200.6 to 207 days; being the latest regional red ball with 216 days. For the lines F8 the treatments L106, OBN102 and BR59 with 203 at 207.3 spread to behave as the latest regarding the treatments L87, to GO, L89, P3, L24, L3, L4, P2 and P1 with 186,6 to 193 days. The worst materials as for their yield and percentage of plants affected for **(Fusarium xysporum f. sp phaseoli)** they were region red ball, P1 and BR59.

The best yields for the lines of individual selection were the materials of white grain L59, L60 and OBN102 with 3479.3 to 2904.3 kilograms for hectare, for the lines (F8), L3, P2, OBN102, L24 and L4 the best yields 2822.3 went to 3676.3 kilograms for hectare.

In relationship of the production the percentage of plants affected for **(Fusarium xysporum f. sp phaseoli)**, it was observed that the production is directly related to the resistance of the matter.

INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es entre las leguminosas alimenticias de grano, la especie más importante para el consumo humano. América Latina, es en particular la zona de mayor producción y consumo, estimándose que el 30% de la producción mundial total proviene de ésta área.

En Colombia el cultivo de frijol ocupa un lugar de importancia desde el punto de vista económico, ya que presenta un área aproximada de 144.822 has, la cual generaba una producción de 134.955 toneladas, registrada en el año de 1994 (Ministerio de Agricultura, 1995). En Nariño el frijol voluble se cultiva entre 1800 y 2800 m.s.n.m, con aproximadamente 25000 has que representan al 19% de la superficie cultivada en el país con esta leguminosa. De ésta área, el 40% se siembra en clima frío usando variedades volubles que generaban 1'050.000 jornales por año, por un valor superior a los 600'000.000 de pesos, (Angulo y Arcila, 1990).

La necesidad de mejorar las variedades regionales promisorias en diversos aspectos, justifica la evaluación continua del material voluble con variabilidad genotípica, para mantener una colección amplia con una o más características deseables, las cuales pueden ser involucradas en las

variedades regionales mediante cruzamiento y posteriores selecciones. Al respecto, se conoce que el 98% del germoplasma regional, corresponde a materiales con ciclo de vida largo y susceptibles a enfermedades entre las que se destaca el amarillamiento causado por, **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** causante de pérdidas severas en la producción y calidad de grano, (Angulo y Arcila, 1990).

En el municipio de Córdoba el 6% de las familias están dedicadas al cultivo de frijol, en la vereda Guitungal de las 30 familias existentes 14 (46%) están dedicadas a este cultivo, (Canchala, 1996); cultivando en este municipio alrededor de 300 has, de las cuales alrededor de un 60% están afectadas por el amarillamiento causado por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**.¹

Los agricultores de esta región cambian con frecuencia las variedades susceptibles a esta enfermedad sin encontrar tolerancia, en la actualidad existe la variedad ICA Rumichaca con características de resistencia a la enfermedad la cual sin embargo no ha tenido aceptación por parte de los agricultores debido al tamaño pequeño de la semilla y su escaso brillo que le da desventaja con relación a las variedades de grano grande con un menor precio en el mercado. Igualmente, las medidas de control químico no han dado resultados económicos rentables, estos hechos justifican otras medidas de control del patógeno.

Resultados de investigaciones indican que el control del amarillamiento y marchitamiento del fríjol se hace mediante el uso de variedades resistentes (Realpe y Rodríguez, 1997).

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones, el presente trabajo se desarrolló en cumplimiento del siguiente objetivo:

- Evaluar dos líneas de fríjol Bolón Rojo y dos de Bolón Blanco obtenidos por selección individual y 10 líneas F8 resistencia al amarillamiento, bajo el sistema de enmallado en una zona del municipio de Córdoba.

¹ SAÑUDO, Benjamín. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas. Comunicación Personal. Universidad de Nariño. Pasto, 1999.

1. MARCO TEORICO

1.1 GENERALIDADES

El fríjol es originario de Centro América, probablemente de México, proveniente de Centro América, probablemente de México, proveniente de la especie Phaseolus, aborigenus. Según material fósil los cultivos de fríjol se iniciaron hace unos 7000 años en México y Perú constituyendo un alimento básico en la dieta de los nativos, (Ospina y Aldana, 1995).

Según su porte los cultivos de fríjol se han dividido en arbustivos de crecimiento bajo y determinado y en trepadores de tallos largos y crecimiento indefinido. La abundancia de ramificación y follaje es otra característica hereditaria de importancia práctica, así como la duración del desarrollo entre germinación y fructificación, (Ospina y Aldana, 1995).

1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE FRIJOL

Dentro de las especies leguminosas el fríjol común, es una de las más importantes. Es originario de América Central y México, señalados como los más probables centros de origen, o al menos como centros de diversificación primaria, (Ruiz, 1982).

Se cultiva esencialmente para obtener las semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 20% y más, contenido calculado en base a materia seca. Las semillas pueden ser consumidas tanto inmaduras como secas. En general el fríjol es parte muy importante de la dieta alimenticia en Centro y Sur América (CIAT, 1981).

Entre las leguminosas que se consumen en Colombia se destaca el fríjol como producto básico en la dieta de sus habitantes y como cultivo importante en áreas de minifundio. No solo ocupa el fríjol mano de obra, sino que genera ingresos a un número apreciable de familias campesinas. El fríjol se cultiva en todo el territorio nacional, pero se destacan los departamentos de Antioquía, Nariño, Huila, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca y Tolima, que contribuyen con más del 80% de la producción nacional, (Bastidas, 1989).

1.3 AMARILLAMIENTO DEL FRIJOL CAUSADO POR (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli).

1.3.1 Aspectos generales

El amarillamiento del frijol es una enfermedad severa en algunas regiones frías al sur del departamento de Nariño, por ocasionar pérdidas mayores del 80% en la producción de las variedades volubles Mortiño, Sabanero y Cargamanto (Sañudo y Zuniga, 1982).

En la zona fría de Nariño se cultivan variedades de frijol voluble de gran variabilidad genética. El 98% son regionales con ciclo de vida largo y susceptibles a enfermedades entre las que se destaca el amarillamiento causado por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** causante de pérdidas severas en la producción y calidad del grano. Resultados de investigaciones indican que el control de amarillamiento y marchitamiento del frijol se hace mediante el uso de variedades resistentes, (Angulo y Arcila, 1990).

La enfermedad del frijol llamada comúnmente amarillamiento o marchitamiento, fue mencionada por primera vez por Harter en 1929 en el Valle de Sacramento California. Posteriormente entre 1929 y 1933, Kendrick y Snyder realizaron estudios etiológicos concluyendo que **(Fusarium**

oxysporum f. sp phaseoli) era el agente causal de esta enfermedad (Harter, citado por Velandia, 1990).

En Colombia la enfermedad fue registrada por primera vez por Cardona en 1954 en el departamento de Antioquía, y luego autores como Checa, Sañudo, Barros y Barreto, citados por Velandia (1990) confirmaron su presencia en otros departamentos.

Las plantas severamente infectadas muestran primero clorosis, marchitamiento de hojas y finalmente sufre una senescencia prematura. Los síntomas se desarrollan de manera unilateral como consecuencia de la infección en los vasos del xilema y su disposición en el sistema vascular. Los tejidos de tallos y peciolo marchitos muestran un color rosado naranja debido a la producción de masas de esporas del patógeno, (Abawi y Pastor Corrales, 1990 citado por Realpe y Navia, 1997).

El hongo penetra por la raíz y heridas en el hipocotilo causando una coloración rojiza del sistema vascular en raíces, peciolo y pedúnculos; en consecuencia se produce un amarillamiento de las hojas inferiores que avanza hasta las superiores, las cuales con frecuencia envejecen prematuramente produciendo el marchitamiento de las plantas, (CIAT, 1982; Latorre, 1999).

En ataques severos, la planta de frijol se atrofia hasta tal punto que no alcanza a florecer y si lo hace produce muy pocas vainas, (CIAT, 1981; Latorre, 1999).

Cuando se inoculan plantas de cultivares susceptibles los síntomas iniciales de marchitamiento de hojas inferiores aparecen entre 5 y 9 días después de la inoculación mostrando primero una epinastia, clorosis en sus bordes foliares y marchitamiento después de 14 días. Los síntomas progresan rápidamente dando como resultado defoliación y muerte de las plantas después de 3 a 4 semanas de ser inoculadas. Las plantas muestran un enrojecimiento vascular que se hace evidente después de la aparición de los primeros síntomas foliares. La decoloración vascular después de observar haciendo un corte vertical de tallo y raíces (Abawi y pastor Corrales, 1990 citado por Realpe y Navia, 1997).

El CIAT (1982) afirma que el hongo se disemina fácilmente a través de conidias localizadas tanto en la testa como en el interior de la semilla.

1.3.2 Control

El control de amarillamiento del fríjol causado por (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**) debe encaminarse hacia un manejo integrado, utilizando

diferentes medidas culturales , tratamientos de semillas y ala siembra de variedades resistentes, CIAT (1995)

1.3.2.1 Control Cultural

Las prácticas culturales que mejoran las condiciones del suelo y estimulan el crecimiento vigoroso de las raíces son muy importantes para controlar la enfermedad. La práctica más eficiente para este control es reducir la compactación del suelo. Por eso la rotación del frijol con cereales y la incorporación de la materia orgánica al suelo para reducir la compactación y mejorar el drenaje dan un buen control, CIAT (1995).

Se debe evitar una excesiva preparación del suelo para la siembra del frijol; así como una adecuada fertilización que permite un vigoroso desarrollo del cultivo y lo haga más tolerante al ataque del patógeno. Una adecuada densidad de siembra limita el desarrollo del patógeno por cuanto hay una mayor aireación del suelo. La rotación de cultivos es una de las prácticas utilizadas en control, para reducir la incidencia de enfermedades radicales sobre todo con el uso de cereales que disminuyen la cantidad de inóculo del suelo.

1.3.2.2 Control Genético

Evaluaciones sobre marchitamiento de fríjol destacan la existencia de materiales volubles con alto grado de resistencia a éste patógeno y con características agronómicas deseables, como color y tamaño de grano apto para el mercado, (Guerrero y Angulo, 1990).

Sañudo y Zuñiga (1982), observaron que las plantas de la variedad Potosí – 1 inoculadas con este patógeno, después de ser afectadas por un secamiento de raíces existentes especialmente de la raíz principal y con una detención temporal de crecimiento aéreo, se recuperan produciendo nuevas raíces laterales y los haces vasculares toman un color violáceo impidiendo el progreso del hongo.

Guerrero y Angulo, (1990) afirman que se ha encontrado resistencia a este patógeno en materiales de fríjol como V-8001-451-02-03 con 0.0% de marchitamiento así como TIB 3042 y fríjolica 0-3.2 con 4.6% de marchitamiento. Investigaciones similares mostraron que los materiales de fríjol OBN102 y OBN103 fueron resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** con 0.0% de marchitamiento; al contrario, la variedad mortiño fue altamente susceptible con un 100% de marchitamiento.

Realpe y Navia, (1997) encontraron que la línea OBN102 proveniente del cruzamiento G-12667 x G-12724 fue resistente a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** en invernadero y campo. En tanto, las líneas TIB 3042 x OBO-V-12-10, TIB 3042 x OBO-V-1209 y OBN-V-5 x G-12669-03 fueron resistentes en condiciones de campo, pero no en invernadero. La línea RAD-3 x TIB 3042-04 fue resistente al invernadero y moderadamente resistente en condiciones de campo.

Benavides, (2000) encontró que las líneas procedentes de selecciones individuales en Bolón Rojo (L45, L17, L43 y L14) presentaron resistencia a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** bajo condiciones de inoculo natural. En los materiales tipo Bolón Blanco (L60, L63, L59 y L64) procedentes de selecciones individuales realizadas en la variedad OBN102, también mostraron resistencia a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**; en condiciones de inoculo natural.

1.4 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES DE FRIJOL VOLUBLE (ICA RUMICHACA Y OBN 102)

1.4.1 ICA Rumichaca. Origen

Proviene del cruzamiento realizado en el centro de investigación de Tibaitatá por el programa de leguminosas del ICA, entre las líneas L- 138 por cargamanto y mortiño por diacol calima. Como resultado de las selecciones en el Centro de Investigación Obonuco, se obtuvo en el año de 1981 la línea TIB 3042 que fue evaluada en pruebas regionales en el departamento de Nariño y en la zona norte del Ecuador a partir de 1984.

1.4.1.1 Variedad mejorada para clima frío

Es una variedad mejorada de frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.) obtenida por el ICA en el centro de Investigación Obonuco. Presentando rendimientos de 2400 kg./ha en monocultivo y entre 800 a 1200 kg./ha en asocio con maíz. Se adapta bien en zonas de clima frío entre los 2000 y 2700 metros sobre el nivel del mar, y su ciclo de cultivo oscila entre 150 y 210 días dependiendo de la altitud. Es resistente a las principales enfermedades como antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum), Manchas por phoma (Phoma exigua var. diversispora), y al marchitamiento causado por (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli), las cuales son limitantes, afectando los rendimientos hasta en un 60 %. Por su precocidad entre 30 y 45 días que las variedades del agricultor.

Por su madurez uniforme de las vainas, muestra tolerancia a la plaga perforadora de las vainas (Epinotia aporema), (Angulo y castillo 1992).

1.4.2 OBN 102. Origen

La línea OBN102 proveniente del cruzamiento realizado en el centro de Investigación de Obonuco por el programa de leguminosas de CORPOICA, entre G-12667 x G-12724 (CORPOICA).

1.4.2.1 Línea Mejorada para clima frío

Es una línea mejorada de frijol voluble (Phaseolus vulgaris L.) obtenida por Centro de investigación de Obonuco . Presentando grandes bondades: Rendimientos que superan los 2500 kg./ha, carga de vainas uniforme(crecimiento tipo IV A), se adapta bien en zonas de clima frío entre los 2000 y 2800 metros sobre el nivel del mar. Es resistente a las principales enfermedades como antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum), y al marchitamiento causado por (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli), las cuales son limitantes, afectando los rendimientos y entre otros. Por su madurez uniforme de las vainas, muestra tolerancia a la plaga perforadora de las vainas (Epinotia aporema), (Angulo 2001)².

² ANGULO, Néstor . Comunicación Personal. Pasto, Colombia, ICA, 2001.

Realpe y Navia, (1997) encontraron que la línea OBN102 proveniente del cruzamiento G-12667 x G-12724 fue resistente a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** en invernadero y campo.

2. DISEÑO METODOLOGICO

El presente trabajo se realizó entre los meses de noviembre de 1999 y agosto de 2000, en la vereda Guitungal, municipio de Córdoba localizada al sur oriente del departamento de Nariño, a los 105Kms de distancia de la ciudad de Pasto a 00°51' 18" de latitud norte y 77° 31'16" de longitud oeste del meridiano de Greenwich, perteneciente a las zonas agro ecológicas Fb – Fc, se encuentra en la zona de vida de Bosque Seco Montano Bajo (bs- MB), y con altura promedio de 2567 m.s.n.m, Cortés, 1989; Borrero, 1996).

Su temperatura promedio es de 13°C, Humedad relativa 85% y una precipitación de 1180 mm/ciclo del cultivo(Noviembre de 1999 y Junio de 2000), (IDEAM 2001).

2.1 EVALUACION AGRONOMICA DE MATERIALES PROMISORIOS DE FRIJOL VOLUBLE RESISTENTES A (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli), TIPO BOLÓN BLANCO Y BOLÓN ROJO.

Los materiales utilizados en este trabajo presentan las siguientes características e historial:

Las líneas L17, L43 y Bolón Rojo precoz de grano grande, ovoide y rojo intenso así como las líneas L59 y L60 de grano mediano, ovoide, blanco, son el resultado de un trabajo iniciado en 1996, con la evaluación de 874 selecciones individuales de variedades comerciales recolectadas por posible resistencia a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** y probadas en invernadero con inoculaciones artificiales del patógeno. Se obtuvo 78 selecciones resistentes las cuales se establecieron en 1997 en una zona del municipio de Tuquerres, con alta incidencia del amarillamiento determinándose 5 líneas de grano rojo y 4 líneas de grano blanco, que se sembraron en 1998 en la misma (zona) región obteniéndose como promisorios los materiales objeto de evaluación, (Sañudo, 1999)³.

2.1.1 Diseño experimental

Para evaluar el comportamiento de los materiales se trabajó con un diseño de bloques al azar con 7 tratamientos y tres repeticiones, los tratamientos correspondientes a los testigos OBN102, Bolón Rojo regional y Bolón Rojo precoz (selección masal) y las selecciones individuales resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**, L17 (grano rojo), L43 (grano rojo), L59 (grano blanco) y L60 (grano blanco).

2.1.2 Area experimental

Se preparo un lote de 35 y 45m, en el cual se trazaron 3 bloques de 34 x 14m, con separación entre ellos por calles de 1m. En cada bloque se tuvieron 35 surcos de 14m de longitud y separados a 1m, para establecer los

³ SAÑUDO, Op. Cit., p 2

7 materiales cada uno de 5 surcos, sin separación entre tratamientos; la unidad útil correspondió a los 3 surcos centrales de cada parcela y repetición. La distribución se hizo al azar en cada bloque (Figura 1 del apéndice).

2.2 COMPONENTE TECNOLÓGICO

2.2.1 Preparación del terreno

La preparación del lote para los ensayos se realizó con una arada y una rastrillada utilizando arado de chuzo y rastrillo de púas, de tracción animal. Se trazaron los surcos a distancia de 1m entre ellos y 8-10cm de profundidad.

2.2.2 Siembra y fertilización

La siembra se hizo a Chaquín, con una distancia entre sitios de 1m y depositando tres y dos semillas por sitio para el primer y segundo ensayo respectivamente. La fertilización se realizó con 100kg/ha de 13-26-6 más 10kg/ha de Agrimins como fuente de elementos menores. Esta práctica se realizó de acuerdo a la forma utilizada habitualmente por el agricultor de la zona y a las recomendaciones generales de, (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999).

2.2.3 Manejo fitosanitario

Teniendo el complejo parasitario (plagas y enfermedades) y fertilización foliar del cultivo de frijol en general, se hizo un manejo preventivo. Tal como se describe a continuación.

- A los 30 días después de la siembra se aplicó Lannate (METOMYL), 20 CC/bomba de 20 litros (1L/ha) para el control de tierreros (Agrotis sp), cucarrones comedores de hojas (Cerotoma spp), (Diabrotica spp) mas 10 CC/bomba de Anvil (HEXACONAZOL), (500 CC/ha); para el control de antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) y roya (Uromyces phaseoli) debido a que los primeros síntomas de estas enfermedades se presentaron en los tratamientos de Bolón Rojo regional y Bolón Rojo precoz.
- A los 40 días se aplicó al suelo Karate (LAMBDA – CIHALOTRINA) 25 CC/bomba más una cucharada de sal para el control de babosas.
- A los 60 días se aplicó Bravo-S (CLOROTALONIL), 40CC/bomba (2,5CC /lt. de agua) para el control de antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) más 25g de Sevin (CARBARIL) para el control de lorito verde (Empoasca kraemeri).

- A los 65 días después de la siembra se aplicó un kilo de Matababosa (METALDEHIDO), disuelto en 5 litros de agua tibia de un día para otro, aplicando un litro de mezcla/bomba, para el control de babosas, ya que se presentó en gran número esta plaga debido a la alta humedad del suelo y presencia de residuos de la cosecha anterior.

A los 80 días se aplicó Anvil (HEXACONAZOL) 25CC/bomba más Roxión (DIMETOATO) 25CC/bomba mas tres cucharadas de Urea, mas tres cucharadas de Nitrato de Potasio, mas una cucharada de Sulfato de Magnesio, mas 200CC de Miel de purga, mas un vaso de leche cruda de un día para otro, mas 5 cucharadas de Secuestrante (DAP)/bomba, (Sañudo, Checa y Arteaga, 1999).

- A los 140 días se aplicó Anvil (HEXACONAZOL) 20CC para el control de cenicilla (Oidium erysiphoides) y roya (Uromyces phaseoli) mas 25CC Lannate (METOMYL); por bomba de 20 litros, para evitar el daño de pasadores de vainas (Laspeyresia sp) y mosca blanca (Trialeurodes vaporariorum).

2.2.4 Manejo de malezas

Durante el ciclo de desarrollo del cultivo se realizaron 3 deshierbas manuales, a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, y junto con la última

labor se realizó un aporque. En el momento de madurez fisiológica se hizo una aplicación de herbicida glifosato con dosis de 100 CC/bomba, dirigida únicamente a las calles y parches, donde más se encontraban invadidos por malezas de hoja ancha y angosta, para evitar la pudrición de las vainas más cercanas al suelo y facilitar la labor de cosecha.

2.2.5 Sistema de enmallado

Se hizo un sistema de enmallado, el cual consistió en colocar postes de guadua de 2,5m de longitud, enterrados a 0,50m de profundidad a distancia de 6m de periferia e internamente. Los postes se unieron en la parte superior con alambre galvanizado N°12 y a lo largo de cada surco se dispuso alambre N°14 amarrado al interior. Como tutor del fríjol se utilizó hilo de polipropileno, con el cual se amarró por un extremo de la parte inferior de la planta que se encuentra iniciando guía y por el otro en el alambre de la parte superior.

2.3 EVALUACION AGRONOMICA DE LINEAS F8, RESISTENTES A (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)

Este ensayo se efectuó por separado, debido a que las líneas obtenidas no se han sometido a pruebas de rendimiento, como en el caso de las

selecciones de Bolón Blanco y Bolón rojo del primer ensayo, que ya han cumplido un proceso de pruebas regionales.

En 1998, se evalúan en invernadero 84 líneas F8 con inoculación artificial de **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** obteniéndose 9 materiales, además de la línea Bolón Rojo 59 de selección individual, las cuales se evaluaron en el siguiente estudio.

Dichos materiales se obtuvieron a partir de un programa de cruzamiento iniciado en 1990 en el cual se pretende mejorar el tamaño del grano, especialmente enfermedades fungosas de las hojas.

Los materiales utilizados en este trabajo presentan las siguientes características e historias. Las líneas F8 objeto de evaluación tienen las siguientes características de grano:

- Grano rojo ovoide. Puerres1, (Bolón Rojo precoz por ICA Rumichaca), L24 (Bolón Rojo precoz x OBN102) la línea Bolón Rojo 59 procede de selección individual de Bolón Rojo.
- Grano blanco ovoide. L3 (03N102 x Bolón Blanco), L4 (03N102 x ICA Rumichaca).

- Grano rojo veta, blanco crema, ovoide. Puerres2 (ICA Rumichaca x sangre toro) Puerres3 (ICA Rumichaca x Guarzo voluble), L87 (ICA Rumichaca x conejo).
- Grano blanco crema, vetas cafés ovoide. 189 (conejo x OBN102).
- Grano morado oscuro vetas blancas. L106 (Mortiño x ICA Rumichaca), (Sañudo, 1999)⁴.

2.3.1 Diseño experimental

Se trabajó con un diseño de bloques al azar con 12 tratamientos y 3 repeticiones, los tratamientos correspondieron a los testigos ICA Rumichaca y OBN102 comparativamente con las líneas F8 resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**: L3, L4, L24, L87, L89, L106, Puerres1, Puerres2 y Puerres3, más la selección individual Bolón Rojo 59.

2.3.2 Area experimental

Se preparo un lote de 15 x 26m, en el cual se trazaron 3 bloques de 4 x 25m, con separación entre ellos por calles de 1m. En cada bloque se tuvo 26 surcos de 4m de longitud y separados a 1m, para establecer los 12 materiales cada uno de 2 surcos, sin separación entre tratamientos. Los dos surcos extremos se sembraron con la variedad ICA Rumichaca para evitar

⁴ SAÑUDO. Op. Cit. p.16

efectos de borde, la unidad útil correspondió a los 2 surcos de la parcela y repetición. (Figura 2 del apéndice).

2.4. VARIABLES AGRONÓMICAS EVALUADAS

Para evaluar el comportamiento de los diferentes materiales , se tuvieron en cuenta las siguientes variables.

2.4.1 Ciclo productivo

2.4.1.1 Días a floración

Se evaluó teniendo en cuenta los días transcurridos desde la siembra hasta el día en que el 50% de las plantas tuvieron por lo menos una flor abierta.

2.4.1.2 Días a formación de vainas

Esta variable se tomó cuando el 50% de las plantas de cada parcela presentaron la primera vaina con la flor prendida en la punta.

2.4.1.3 Días a llenado de vainas

Se evaluó cuando más del 50% de las plantas de cada parcela tuvieron la primera vaina completamente formada y llena.

2.4.1.4 Días a madurez fisiológica

Se evaluó cuando el 50% de las plantas de cada parcela empieza la decoloración y secado de las vainas . Estas pierden su pigmentación y las semillas adquieren su coloración típica. (Fernández, et al. 1982 y Tamayo, 1995).

2.4.1.5 Días a madurez de cosecha

Se determinó tomando los días transcurridos desde la siembra hasta el día en que el 90% de las vainas estuvieron completamente secas y los granos adquirieron su color característico (según la variedad) y la humedad fue menor del 20%.

2.4.2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

2.4.2.1 Número de vainas por planta y vaneamiento

En la época de cosecha en el primer ensayo de los tres surcos centrales de cada parcela se tomaron 10 sitios de dos plantas, y en el segundo ensayo de los dos surcos de cada parcela se tomaron 5 sitios de dos plantas; para evaluar el número total de vainas y el número de vainas llenas, para obtener los promedio por planta y sacar los porcentajes de vaneamiento.

2.4.2.2 Número de granos por vaina

Para los dos ensayos se desgranaron 50 vainas al azar de cada parcela y repetición, para contar el número de granos y se los dividió entre el número de vainas, para obtener el promedio de número de granos por vaina.

2.4.2.3 Peso de 100 semillas

Para los dos ensayos se tomaron 100 semillas al azar, de cada una de las parcelas, para obtener su peso en gramos.

2.4.2.4 Rendimiento

Se recolectó la totalidad de vainas de las plantas de cada parcela útil y repetición, correspondientes para cada ensayo, llevándolas a secamiento por una semana, para luego efectuar la trilla, limpieza y nuevo secamiento del grano durante una semana más y se determinó la humedad del grano en el medidor de humedad MOTOMCO modelo 919, con el que cuenta el programa de leguminosas de CORPOICA.

El rendimiento se estableció con la fórmula:

$$RF = \frac{RP \times (100 - HM)}{AC \times 86} \times 10.000m^2$$

Donde:

RF = Rendimiento de fríjol en Kg/ha al 14% de humedad

RP = Rendimiento de parcela útil (Kg)

AC = Area útil cosechada (m²)

HM = Humedad de la muestra (%)

2.5 INCIDENCIA DEL PATÓGENO (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)

Se evaluó en las plantas de cada parcela útil, mediante la relación del número de plantas afectadas (NPA) y el número de plantas presentes (NPP) al momento de la evaluación (entre días a llenado de vainas y madurez fisiológica). Y se interpretó los resultados, mediante una escala general propuesta por, (Castaño, Jairo).

$$\% \text{ de incidencia} = (NPA/NPP) \times 100$$

2.6 Análisis estadístico

Los diferentes datos se interpretan estadísticamente en una forma descriptiva, de acuerdo con el análisis de varianza y pruebas de significancia de Tukey. También se transformaron los datos de porcentaje de vaneamiento con la fórmula:

$$Y = \arcsin \sqrt{\%}$$

La incidencia del patógeno (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) se analizó según lo propuesto por (Castaño, Jairo).

Cuadro 1**ESCALA GENERAL DE ENFERMEDAD**

GRADO	Incidence ó severidad(%)	CLASE	DESCRIPCIÓN
0	0	IH	Ningún síntoma visible
1	1	R	La reacción indica que el material es útil desde el
2		R	Punto de vista del mejoramiento y se puede emplear
3	5	R	Tanto como progenitor o como variedad
4		I	La reacción indica que existe una resistencia evidente
5	10	I	Útil para ser empleado como variedad y como
6		I	Progenitor con algunas enfermedades
7	25	S	La reacción indica que el material se debe descartar
8		S	
9	>50	S	

FUENTE: CASTAÑO, Jairo. *Fitopatología Colombiana*. 1989. pág.14.

IH= Inmunidad o reacción de hipersensibilidad

R = Igual a los mejores testigos resistentes

I = entre los testigos resistentes y susceptibles

S = Igual a los testigos susceptibles

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EVALUACION AGRONOMICA DE MATERIALES PROMISORIOS RESISTENTES A (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) TIPO BOLÓN ROJO Y BOLÓN BLANCO.

3.1.1 CICLO PRODUCTIVO

En las siguientes tablas se observan diferencias estadísticas entre materiales de frijol voluble, en cuanto al cumplimiento del ciclo productivo en días desde la siembra a la floración, a la formación de vainas, al llenado de grano, a la madurez fisiológica y a la madurez de cosecha.

3.1.1.1 Días a floración

Se cumplió entre 84,66 y 96,66 días a partir de la siembra, con mayor precocidad en las líneas L43 y Bolón Rojo precoz, lo que indica que en la variedad Bolón Rojo existe una gran variabilidad en cuanto al cumplimiento del ciclo de vida, con un comportamiento más tardío de Bolón Rojo regional, con 96,66 días. La variedad OBN102 y sus líneas derivadas L59 y L60, tienen un comportamiento similar de 92.00 a 93.66 días, debido a una mayor

uniformidad genética de la población original, dados los ciclos de selección que se han realizado.

Al hacer una comparación estadística de los promedios, se observa que Bolón Rojo precoz no difirió significativamente con L43 y que las dos mostraron diferencias significativas con respecto a los materiales restantes, (Tabla 1).

Guerrero y Torres (1986), obtuvieron resultados diferentes con respecto a la floración siendo de 121 a 137 días. Cruz y Revelo (1997), en su trabajo realizado en Santa Rosa, municipio de Imués, observaron que sus materiales florecieron uniformemente de 60 a 67 días; esta diferencia está relacionada con la altura en que se realizó este estudio. Fernández y Rosero (1981), afirman que su ciclo a floración estuvo comprendido entre 90 y 110 días.

Benavides (2000), en su estudio obtuvo resultados diferentes, siendo sus materiales más tardíos (119 a 127 días) a los del presente estudio, debido seguramente a que su estudio se realizó a una mayor altura con referencia al presente estudio.

Angulo (1994), afirma que la variedad BR Regional tiene 121 días a floración y la variedad Bolón Blanco presenta a floración a los 127 días dichos valores

son superiores a los del presente estudio, los cuales cumplieron su ciclo en 96.66 y 93.66 días respectivamente.

3.1.1.2 Días a formación de vainas

Existe el mismo comportamiento precoz entre L43 de grano rojo y Bolón Rojo Precoz con 113 y 114.33 días sin diferencias significativas, pero con diferencias significativas respecto a Bolón Rojo Regional, OBN102, y L59 con 120.33 a 123.33 días, determinándose un comportamiento intermedio en L17 y L60 con diferencias significativas con respecto a L43 la más precoz y con L59 la más tardía con 123.33 días, indicando que las selecciones por precocidad en una población, mantienen esta característica, debido a la autogamia del fríjol, (Tabla 2)

Benavides (2000), encontró que los materiales de grano rojo fueron más precoces con respecto a los de grano blanco para cumplir esta etapa.

En el presente estudio se encontró un comportamiento parecido con la excepción de las líneas de grano rojo L17 y de grano blanco L60 que tuvieron un comportamiento intermedio. Cabe destacar que los valores obtenidos por Benavides fueron superiores a los del presente trabajo, debido muy probablemente a la diferencia de altura existente entre los dos estudios. Además para este periodo se mantiene la tendencia de precocidad de los

materiales de grano rojo, frente a los materiales de grano blanco; este comportamiento puede deberse a las diferencias en la constitución genética de los materiales.

3.1.1.3 Días a llenado de vainas

Ya en ésta época las líneas L17, Bolón Rojo precoz y L43 derivados de Bolón Rojo tuvieron el comportamiento más precoz con 141.33 a 143 días, mostrando diferencias significativas respecto a L60, L59, Bolón Rojo regional y OBN102 con 147.66 a 155.33 días. Además OBN102 con 155.33 días, mostró comportamiento más tardío y estadísticamente significativo respecto a los demás materiales, excepto un Bolón Rojo regional, que cumplió la etapa de llenado de vainas en 151 días, (Tabla 3)

Benavides (2000), obtuvo resultados diferente, siendo sus valores superiores a los del presente estudio; estos resultados también son diferentes a los obtenidos por Guerrero y Torres (1986), quienes observaron que sus materiales cumplieron esta etapa en 174 y 194 días; estas diferencias pueden estar relacionadas directamente con distintas condiciones ambientales de los correspondientes trabajos.

Tabla 1

**Comparación de promedios para días a floración de cinco líneas de
fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)
y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR Regional (Testigo)	96.66	A
OBN102 (Testigo)	93.66	AB
L60	92.33	B
L59	92	B
L17	92	B
BR Precoz	85.33	C
L43	84.66	C

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey al 0.05; 3.36

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 2

Comparación de promedios para días a formación de vainas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
L59	123.33	A
OBN102 (Testigo)	122.66	AB
BR Regional (Testigo)	120.33	ABC
L17	118.33	BCD
L60	117.66	CD
BR Precoz	114.33	DE
L43	113	E

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey al 0.05; 4.57

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Sin embargo; nos pudimos dar cuenta que en el presente estudio se siguen conservando dos grupos diferenciados de materiales de grano blanco, los más tardíos, junto con la variedad BR Regional (Testigo), que tiene diferencias significativas con los demás materiales de grano rojo (L43, L17 y BR Precoz), que son los materiales más precoces. La línea de grano blanco L60 se sigue manteniendo como un material intermedio entre los dos grupos.

3.1.1.4 Días a madurez fisiológica

Se cumple entre 161.66 y 194 días, siendo más precoces L43 y L17 con 161.66 y 164.66 días, para diferencias significativas respecto a los demás materiales, incluso a Bolón Rojo precoz con 176 a 194 días, lo que indica que posiblemente para ésta etapa, un sistema genético diferente puede estar operando. Esta es la razón del comportamiento más tardío de L59 y OBN102 con 189.33 y 194 días, sin diferencias significativas entre ellas y con Bolón Rojo regional, con 188 días, pero con diferencias significativas respecto a L43, L17, Bolón Rojo precoz y L60, (Tabla 4).

En esta etapa se destaca que la variedad Bolón Rojo regional, a pesar de ser un material de grano rojo se comporta de una manera diferente a los de su clase, y hace parte de los materiales más tardíos junto con los de grano blanco que siguen manteniendo a esta característica; el otro grupo de materiales lo conforman los de grano rojo L43, L17 y BR Precoz que

sobresales por ser los más precoces, siendo la línea L43 y L17 los que manifiestan esta característica más acentuadamente.

3.1.1.5 Días a madurez de cosecha

En ésta etapa el comportamiento más tardío lo tuvo Bolón Rojo regional con 216 días y diferencias significativas respecto a los demás materiales con 180.33 a 207 días. Fueron más precoces las líneas derivadas de Bolón Rojo, L43 y L17 con 180.33 a 183.33 días sin diferencias significativas entre sí. Ellas y Bolón Rojo precoz con 190 días, tuvieron diferencias significativas con relación a los demás materiales con 200.66 a 216 días, (Tabla 5 y figura 1)

Para esta etapa, los materiales se comportaron de una forma similar con respecto a la anterior etapa, se conservan los dos grupos uno de materiales de grano blanco L59, L60 y OBN102 (Testigo), junto con el material de grano rojo BR Regional (Testigo) que tiende a comportarse como tardío necesitando desde 9 días hasta 35.67 días más para cumplir su ciclo de cultivo. El otro grupo corresponde a los materiales de grano rojo, siendo los más precoces L17 y L43 que cumplen esta etapa desde 9.67 días hasta 35.67 días más rápidamente que los demás materiales.

Tabla 3

Comparación de promedios para días a llenado de vainas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
OBN102 (Testigo)	155.33	A
BR Regional (Testigo)	151	AB
L59	150	B
L60	147.66	B
L17	143	C
BR Precoz	142.33	C
L43	141.33	C

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 4.36

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 4

**Comparación de promedios para días a madurez fisiológica
de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a
(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
OBN102 (Testigo)	194	A
L59	189.33	A
BR Regional (Testigo)	188	AB
L60	182	BC
BR Precoz	176	C
L17	164.66	D
L43	161.66	D

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 6.81

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Los materiales L59 y L60 de grano blanco se comportan de una manera equilibrada o intermedia entre la totalidad de los materiales en estudio. Si relacionamos los resultados con los obtenidos para las variables días a floración, días a formación de vainas, días a llenado de vainas y días a madurez fisiológica se observa la tendencia de los materiales de grano rojo hacia la precocidad (excepto Bolón Rojo Regional); los materiales de grano blanco tienden a ser más tardíos para cumplir su ciclo y esta diferencia estuvo entre 20.33 días y 26.67 días mas con respecto a los materiales precoces; esta característica se conserva hasta la madurez de cosecha.

Benavides (2000), encontró similar comportamiento y afirma que los materiales cumplieron su ciclo de cultivo en promedio de 198 días.

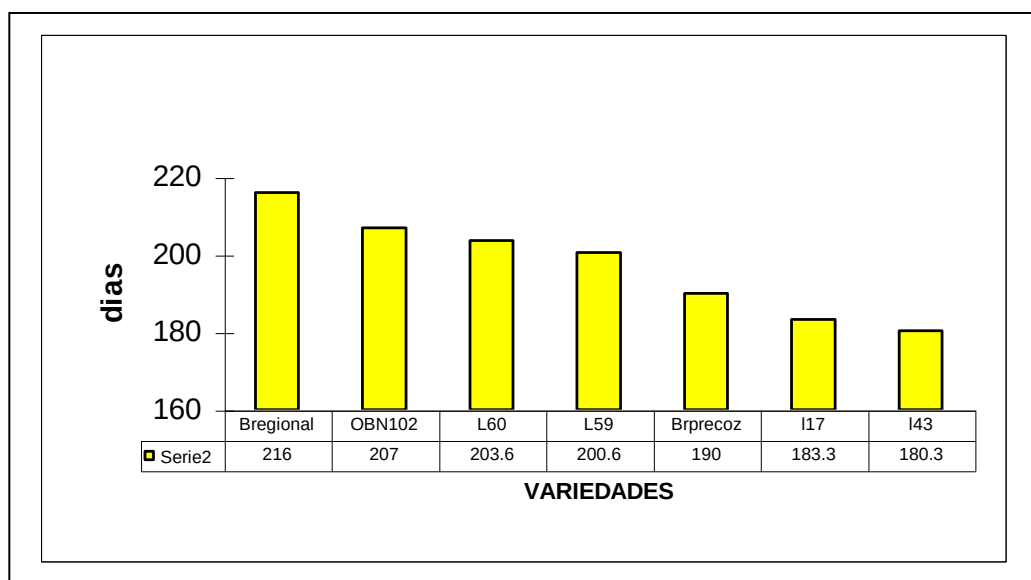


Figura 1 *Días a madures de cosecha de las líneas por selección.*

Tabla 5

Comparación de promedios para días a madurez de cosecha de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR Regional (Testigo)	216	A
OBN102 (Testigo)	207	B
L60	203.66	B
L59	200.66	B
BR Precoz	190	C
L17	183.33	CD
L43	180.33	D

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 7.51

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

3.1 .2 Componentes de rendimiento

En el análisis de variancia se encontraron diferencias altamente significativas entre los materiales de fríjol para número de vainas llenas por plantas, vaneamiento, número de granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento (Kg. / ha).

3.1.2.1 Número de vainas llenas por planta

Osciló entre 9 y 59.33 vainas por planta encontrándose que los materiales de grano blanco OBN102, L60 y L59, un 45.33, 51.33 y 59.33 vainas por planta fueron más prolíficos significativamente que los materiales de grano rojo, Bolón Rojo regional, Bolón Rojo Precoz, L17 y L43 con 26.90 a 78.70 vainas por planta, observándose además que L43 y L17 son más prolíficas que la variedad original, lo que indica la importancia de la selección individual para aumentar la capacidad productiva, debido a que estas líneas son homocigotas y poseen caracteres favorables y los manifiestan de esta manera,(Tabla 6).

Benavides (2000), obtuvo inexistencias de diferencias estadísticas significativas entre la mayoría de los materiales en el número de vainas / planta que oscilo entre (34 y 45 vainas por planta), no significando que éstos materiales conservan el mismo comportamiento en los otros componentes de

rendimiento; pero afirma que hay una tendencia de los materiales de grano blanco a producir un mayor número de vainas/planta.

Sin embargo; nos pudimos dar cuenta que en el presente estudio; los materiales de grano blanco, los mas tardíos, excepto bolón rojo regional que se comporto como el más tardío, poseen características en la mayor producción de vainas por planta respecto a los materiales de grano rojo.

3.1.2.2 Porcentaje de vaneamiento

Los mayores porcentajes de vaneamiento corresponde a Bolón Rojo regional con 29.77% y diferencias significativas respecto a los demás materiales, determinándose además que los materiales de grano blanco no difieren entre sí, ni tampoco hay diferencias estadísticamente significativas entre las líneas de grano rojo derivadas de Bolón Rojo regional, (Tabla 7).

Los materiales de grano rojo presentaron los más altos porcentajes de vaneamiento, destacándose en forma significativa la variedad BR Regional (Testigo), debido posiblemente a la menor tolerancia de dichos materiales a regiones altas o a condiciones desfavorables que afecten como la baja fertilidad, humedad del suelo y a la susceptibilidad de plagas y enfermedades.

Tabla 6

Comparación de promedios para número de vainas por planta de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(Vainas)	SIGNIFICANCIA
L59	59.33	A
L60	51.33	B
OBN102 (Testigo)	45.33	B
L43	26.66	C
L17	24.66	CD
BR Precoz	18.66	D
BR Regional (Testigo)	9	E

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey al 0.05; 6.09

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

3.1.2.3 Número de granos por vaina

Osciló entre 3.36 y 4.73, haciendo más productivas las líneas L59 y L60 con 4.66 y 4.73 granos, para diferencias significativas respecto a Bolón Rojo precoz, Bolón Rojo regional y L17 con 3.36 a 3.99 granos por vaina, (Tabla 8)

Estos resultados concuerdan con los reportados por Angulo (1994) y se diferencian de los obtenidos por Mosquera Ruiz (1986) evaluados en una zona de clima del departamento de Nariño, Timaná y Cruz (1986) evaluados en el municipio de Pasto, para quienes oscilaron entre 5 y 8 semillas por vaina; lo anterior se debe a que los materiales son genéticamente distintos.

3.1.2.4 Peso de 100 semillas

L43, Bolón Rojo regional, L17 y Bolón Rojo precoz de grano rojo, con pesos de 86.82 a 95.99 gramos mostraron diferencias significativas respecto a los materiales OBN102, L60 y L59 grano blanco con 64.10 a 68.79 gramos, (Tabla 9).

Los resultados de los materiales de grano rojo, fueron diferentes a los obtenidos por Angulo (1994), quien para la variedad Bolón Rojo obtuvo un peso de 85g. Los resultados de las líneas procedentes de Bolón Blanco fueron inferiores a los obtenidos por el mismo autor que para este material su

peso fue de 79g, esto debido posiblemente a las diferencias de las condiciones ambientales.

Benavides (2000), obtuvo resultados diferentes para esta variable tanto para los materiales de grano rojo como para los materiales de grano blanco, cuyos valores son inferiores a los obtenidos en el presente estudio; debido posiblemente a condiciones de altura y condiciones ambientales diferentes.

4.1.2.5 Rendimiento de grano seco Kg/ha.

Se presentaron diferencias altamente significativas entre los materiales, cuyas producciones de grano seco oscilaron entre 642 y 3479.33 kg/ha.

Los materiales de grano blanco OBN102, L60 y L59 con 2904.33 a 3479.33 kg/ha, mostraron diferencias significativas respecto a los materiales de grano rojo, Bolón Rojo regional, Bolón Rojo precoz, L17 y L43 con 642 a 1503 Kg/h, (Tabla 10).

Dentro de las líneas de grano blanco se destacan L59, L60 con 3479 y 3234, y las de grano rojo, vale la pena destacar a las líneas L17 y L43 con 1435.33 y 1503 Kg./ha, (figura 2). Siendo originadas por selección dentro de la variedad Bolón rojo regional, las cuales superan significativamente a esta variedad susceptible, confirmando que es posible realizar selecciones individuales en las variedades regionales para conseguir materiales resistentes y de buen rendimiento.

Tabla 7

Comparación de promedios para el porcentaje de vaneamiento de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	% (Vainas vanas)	SIGNIFICANCIA
BR Regional (Testigo)	29.77	A
L17	18.79	B
BR Precoz	18.05	B
L43	17.61	B
OBN102 (Testigo)	15.69	BC
L60	17.43	BC
L59	11.73	C

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 4.19

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 8

Comparación de promedios para número de granos por vaina de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(Granos/Vaina)	SIGNIFICANCIA
L60	4.73	A
L59	4.66	AB
OBN102 (Testigo)	4.25	ABC
L43	4.12	BC
L17	3.99	C
BR Regional (Testigo)	3.79	CD
BR Precoz	3.36	D

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 0.57

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 9

Comparación de promedios para el peso de 100 semillas de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(Grs.)	SIGNIFICANCIA
BR Precoz	95.99	A
L17	90.5	AB
BR Regional (Testigo)	88.42	AB
L43	86.82	B
L59	68.79	C
L60	67.39	C
OBN102 (Testigo)	64.10	C

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 8.10

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 10

Comparación de promedios para los rendimientos (Kg/ha) de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(Kg/ha)	SIGNIFICANCIA
L59	3479.33	A
L60	3234.33	A
OBN102 (Testigo)	2904.33	A
L43	1503	B
L17	1456.33	B
BR Precoz	934.67	BC
BR Regional (Testigo)	642	C

FUENTE: Autores del presente trabajo

Comparador de Tukey 0.05; 759.33

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

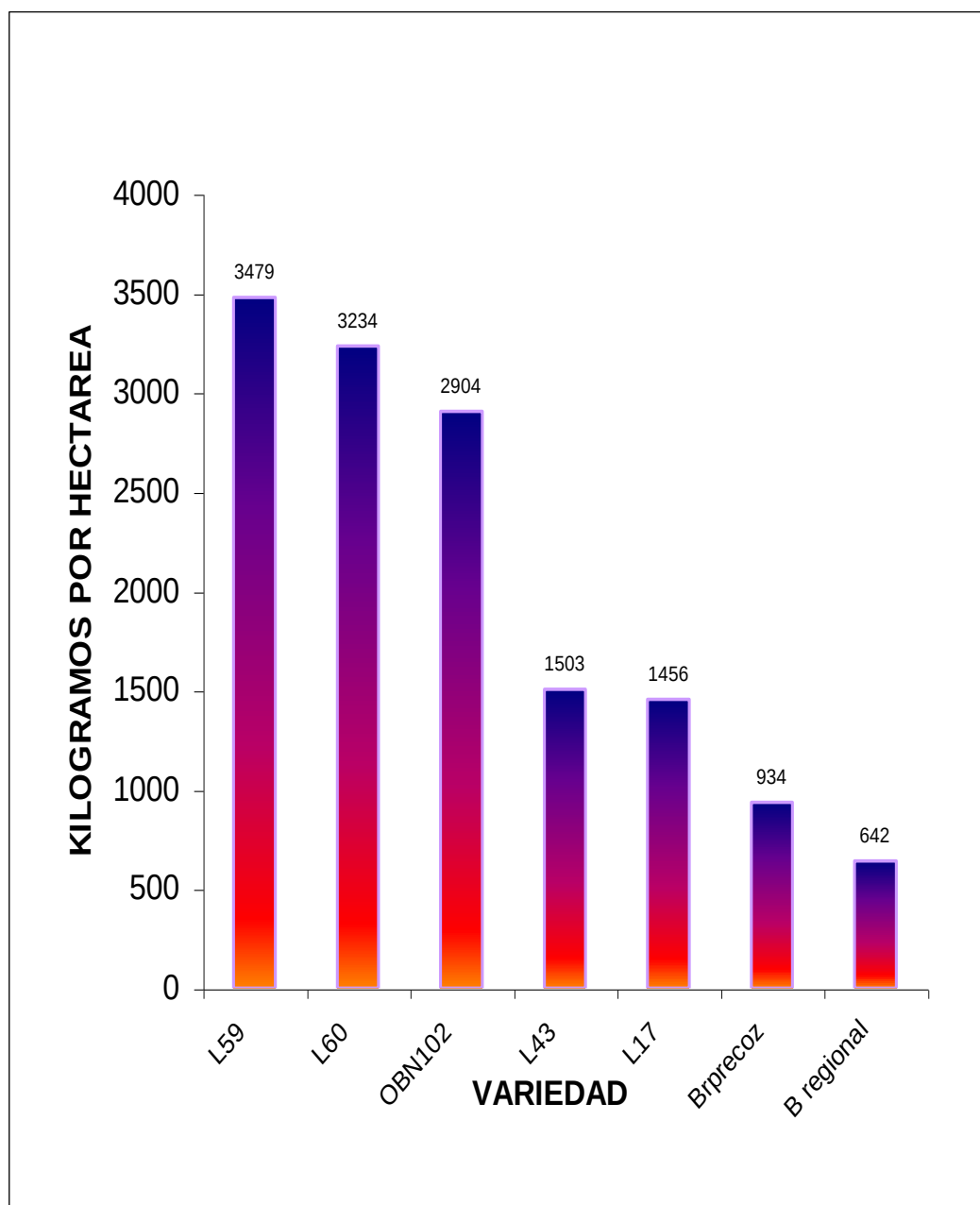


Figura 2. Rendimiento por hectárea de las líneas por selección.

Las producciones en este estudio con respecto a los materiales de grano rojo son menores a lo obtenido por Angulo (1994), quien obtuvo rendimientos de 1800 kg/ha en monocultivo, sin embargo para los materiales de grano blanco, se observa que los resultados obtenidos son superiores a lo encontrado por el mismo autor, quien afirma que rendimiento para Bolón Blanco es de 2800Kg/ha en monocultivo.

Por otra parte los materiales de grano blanco que presentaron respecto a los de grano rojo (Tabla 9), se comportaron como los más productivos, debido a que las líneas de grano blanco superan a las líneas rojo significativamente en cuanto a mayor número de vainas por planta, menor % de vaneamiento y mayor número de granos por vaina, (Tablas 6, 7 y 8).

3.1.3 Distribución de la Producción en relación días a cosecha de cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

La figura 3 muestra la producción y los días a cosecha; al relacionar estas variables se observa dos grupos en cuanto a producción y días a cosecha, de los materiales de grano blanco L59, L60 y OBN102(testigo), y el otro grupo que corresponde a los de grano rojo sacando los más precoces L43, L17 y BR precoz excepto bolón rojo regional que se comporto como uno de los más tardíos y con la más baja producción. El tratamiento OBN102 y sus

derivados tienen una estrecha relación en cuanto a producción y días a cosecha, debido a una mayor uniformidad genética de la población original, dado a los ciclos de selecciones que se han dado.

El grupo de los materiales derivados de bolón rojo regional, que fue el más tardío y obtuvo la menor producción, se consideraron como los más precoces y con producciones sin diferencias significativas, lo que indica que en la variedad bolón rojo regional existe una gran variabilidad en cuanto al cumplimiento de vida. Producción y de resistencia a las enfermedades, (amarillamiento).

Vale destacar que las selecciones por precocidad, producción y resistencia, en una población mantiene estas características, debido a la autogamia del frijol.

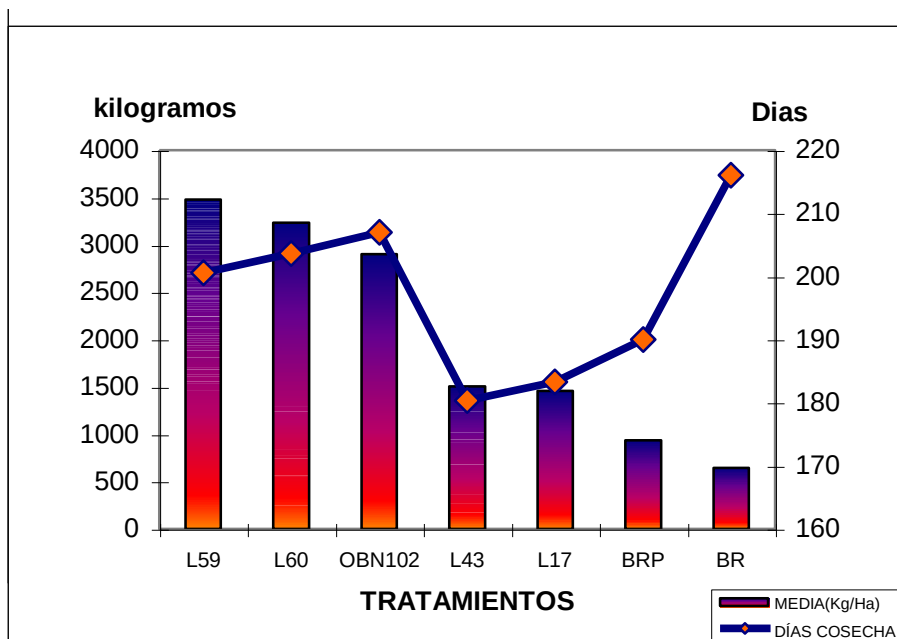


Figura 3: Producción de los tratamientos y días a cosecha de las líneas por selección.

3.1.4 Incidencia del patógeno en cinco líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos

En el análisis de la incidencia del patógeno se observó diferencias entre los tratamientos, en cuanto a la clase, % de incidencia y grado (Cuadro 2); para condiciones de inóculo natural presentes en el experimento, indica que el material bolón rojo regional (testigo), fue el más susceptible con 44% respecto a los demás materiales evaluados que tuvieron entre 18 y 0% de plantas con síntomas de (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli).

Los materiales de grano blanco L59 y L60 presentaron 0% de plantas con síntomas de (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) mostraron una expresión favorable ante los materiales de grano rojo L17, L43 que tuvieron reacciones intermedias de porcentajes de afección entre 5, y 6.6 % respectivamente.

Los materiales de grano blanco L59 y L60 pertenecen a la clase de Inmunidad(IH) por tener 0% de incidencia, respecto a los de más materiales, OBN102 y L43 obtiene una resistencia (R) que puede ser útil desde el punto de vista del mejoramiento, mientras que la variedad de bolón rojo regional hay que descartarse por comportarse como una variedad susceptible (S), (Cuadro 2).

A pesar que las líneas procedentes de bolón rojo regional (L17 y L43) no alcanzaron niveles altos del % de incidencia, el nivel de resistencia es bastante aceptable desde el punto del Mejoramiento, lo cual indica que estas selecciones realizadas en la variedad susceptible bolón rojo regional confirmaron su reacción resistente bajo condiciones de inóculo natural en esta zona (Córdoba), en donde se han observado pérdidas importantes por el patógeno. Lo anterior implica que la variedad bolón rojo regional presenta variabilidad interna que permite obtener líneas con características de resistencia a **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**.

Por otra parte los materiales de bolón blanco (L59 y L60) procedentes de selecciones realizadas dentro del genotipo OBN102 mostraron ser las más resistentes, sin embargo en estos materiales existen otras características que además de la resistencia al patógeno en estudio, pueden ser de interés. Este resultado se opone al encontrado por Dongo y Muller (1969) quienes afirman que los materiales de semillas rojas tienen mayor resistencia al ataque del hongo mientras que las variedades de color blanco son las más susceptibles.

3.1.4.1 Producción en relación al % de incidencia de cinco líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos

La figura 4, al comparar los resultados de producción y el % de incidencia de las plantas afectadas por el patógeno, se observa que los puntos más altos (%incidencia) corresponden directamente a los materiales menos productivos, debido a la susceptibilidad del material.

Se observa que la susceptibilidad de los materiales al patógeno, es determinante para afectar en forma negativa los rendimientos de los tratamientos bolón rojo regional y bolón rojo precoz. En contraste se puede apreciar que muestran menos incidencia del patógeno los mayores rendimientos de los tratamientos de grano blanco L59, L60 y OBN102. Además los materiales susceptibles a la enfermedad fueron afectados en más de un 50% de su producción. Estos resultados concuerda con los reportados por Angulo, (1992) que el marchitamiento causado por (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) es una limitante, que afecta los rendimientos hasta en un 60 por ciento.

Cuadro 2

**Análisis del % de incidencia de cinco líneas de frijol voluble
resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.**

TRATAMIENTO	%INCIDENCIA	CLASE	GRADO
L59	0	IH	0
L60	0	IH	0
OBN102	3.3	R	2
L43	5	R	3
L17	6.6	I	4
BRPrecoz	18	I	6
BRRegion	44	S	9

FUENTE: Autores del presente trabajo.

IH = Inmunidad

R = Igual a los mejores testigos resistentes

I = Entre los testigos resistentes y susceptibles

S = igual a los testigos susceptibles

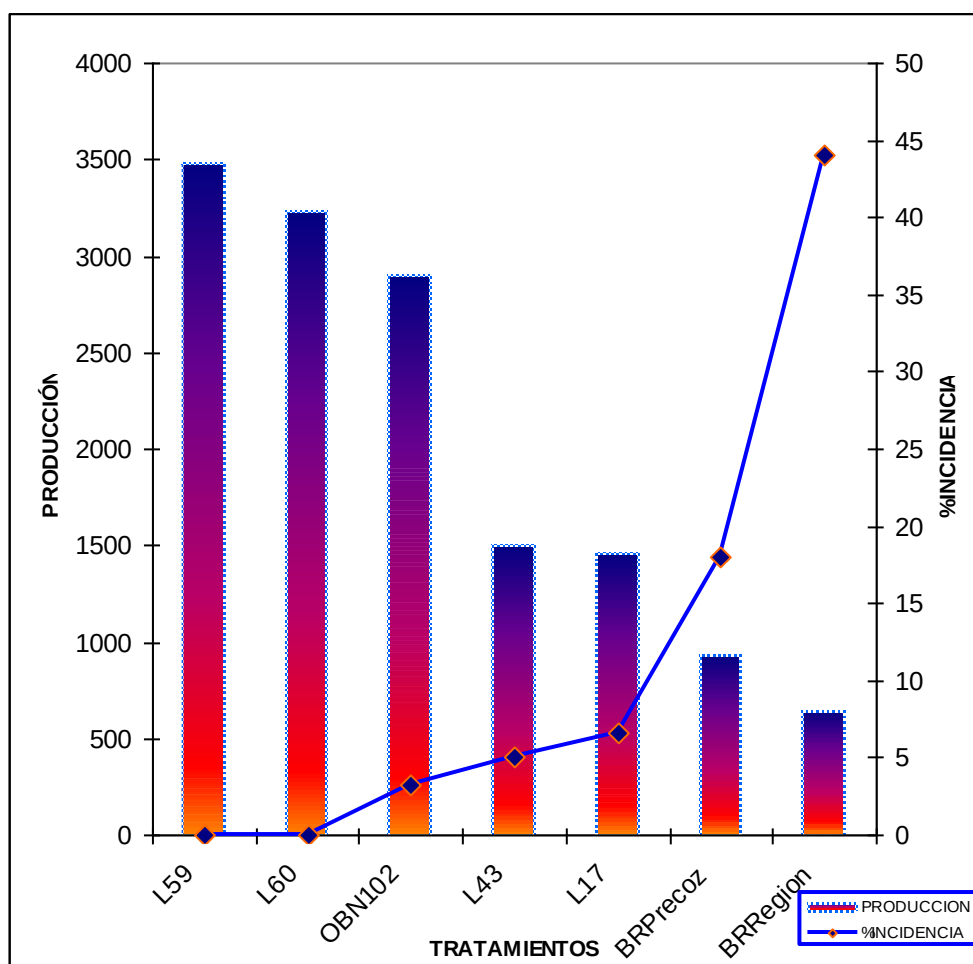


Figura 4: Producción de los materiales y % de incidencia de las líneas por selección.

3.2 EVALUACIÓN AGRONOMICA DE LINEAS F8 RESISTENTES A (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)

3.2.1 Ciclo productivo

Se encontraron diferencias altamente significativas entre materiales, para las diferentes etapas del ciclo productivo.

3.2.1.1 Días a floración

Osciló entre 101.66 y 106 días, sin existir diferencias significativas entre la mayoría de los materiales, excepto la línea Bolón Rojo 59 con 106 días que mostró diferencias significativas respecto a L3, L89 y OBN102 con 101.66 a 102 días, (Tabla 11).

Los materiales utilizados en este estudio son más precoces para cumplir esta etapa, respecto a otros trabajos como el de Guerrero y Torres (1986), quien observó que estos valores oscilaron entre 121 y 137 días. Cruz y Revelo (1997), en su trabajo realizado en Santa Rosa, municipio de Imués a 1700 m.s.n.m. observaron que sus materiales florecieron uniformemente entre 60 y 67 días, esta diferencia se debe seguramente a la diferencia de altura y condiciones climáticas. Fernández y Rosero (1981), afirma que su ciclo de floración se cumplió entre 90 y 110 días.

Tabla 11

**Comparación de promedios para días a floración de diez líneas de frijol
voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR59	106	A
IR (Testigo)	105	AB
P3	105	AB
L106	104.33	AB
L87	104	AB
L24	104	AB
P2	104	AB
P1	103.66	AB
L4	103.66	AB
OBN102 (Testigo)	102	B
L89	102	B
L3	101.66	B

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 3.39

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

3.2.1.2 Días a formación de vainas

Estuvo comprendida entre 121.33 y 129.66 días, observándose que no existieron diferencias significativas entre L3, L87, L89, OBN102, L24, P1, ICA Rumichaca, L4, P2 y P3 con 121.33 a 126.32 días. Los materiales L106 y BR59 con 128 y 129.66 días, tuvieron como característica común diferencias significativas respecto a L3, L87 y L89 con 121.33 a 122 días, (Tabla 12)

En términos generales estos resultados difieren con los obtenidos por Guerrero y Torres (1986 en una zona fría del departamento de Nariño) y Angulo (1994), en los cuales este periodo oscilo entre 127 y 143 días y 133 y 144 días respectivamente, posiblemente por diferencias en los medios ambientales, de altura y de algunos materiales que manifiestan genes de precocidad.

3.2.1.3 Días a llenado de vainas

Osciló entre 145.66 y 158 días, como aspectos interesantes se observan que ICA Rumichaca, L87 y L89 con 145.66 a 151 días, no tuvieron diferencia significativa entre sí. Para esta época ICA Rumichaca tuvo el comportamiento más precoz con diferencias significativas respecto a los materiales restantes con 153 a 158 días, (Tabla 13)

Resultados similares obtuvieron Fernández y Rosero (1981), quienes encontraron que esta etapa estuvo comprendida entre 140 y 170 días; sin embargo Guerrero y Torres (1986), obtuvieron resultados diferentes para quienes este periodo se cumplió entre 174 y 194 días, estas diferencias pueden ser consecuencia de las diferencias de condiciones ambientales, de altura, o diferencias genotípicas de los materiales utilizados.

3.2.1.4 Días a madurez fisiológica

Se cumple entre 168 y 192 días, determinándose que no hubo diferencias significativas entre L87, ICA Rumichaca y L89 con 168 a 175 días. L87 mostró diferencias significativas con respecto a los materiales restantes con 177.66 a 192 días. Los tres materiales mencionados tuvieron diferencias significativas con relación a L106, OBN102, y Bolón Rojo 59 de comportamiento más tardío con 187 a 192 días, (Tabla 14).

Cabe destacar que BR59 que proviene de selección individual de bolón rojo tiende a comportarse como tardío, necesitando de 7 a 24 días más para llegar a madurez fisiológica.

Tabla 12

**Comparación de promedios para días a formación de vainas de diez
líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR59	129.66	A
L106	128	AB
P3	126.33	ABC
P2	125.33	ABC
L4	125	ABC
IR (Testigo)	124	ABC
P1	123	BC
L24	122.66	BC
OBN102 (Testigo)	122.33	BC
L89	122	C
L87	122	C
L3	121.33	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 5.93

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 13

**Comparación de promedios para días a llenado de vainas de diez líneas
de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
OBN102 (Testigo)	158	A
BR59	157.33	AB
L4	155.66	ABC
L106	154.33	ABC
L24	153.66	ABC
P1	153.33	ABC
P3	153.33	ABC
P2	153.33	ABC
L3	153	ABC
L89	151	BCD
L87	149.33	CD
IR (Testigo)	145.66	D

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 6.98

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 14

**Comparación de promedios para días a madurez fisiológica de diez
líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR59	192	A
OBN102 (Testigo)	188.66	A
L106	187	A
L4	183	B
P1	181.66	B
L3	181	B
L24	181	B
P2	179.66	B
P3	177.66	B
L89	175	BC
IR (Testigo)	171.66	BC
L87	168	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 9.37

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

3.2.1.5 Días a madurez de cosecha

Se dio entre 186.66 y 207.33 días, determinándose similar comportamiento entre L87, ICA Rumichaca, L89 y p3, L24, L3, L4, P2 y P1 con 186.66 a 193 días, sin diferencias significativas entre sí.

Los materiales más tardíos fueron L106, OBN102 y Bolón Rojo 59 con 203 a 207.33 días, con diferencias significativas respecto a los materiales restantes, (Tabla 15, figura 5).

Resultados similares obtuvo Benavides (2000), quien encontró que esta etapa estuvo comprendida entre 198 y 208 días. Sin embargo Timaná y Cruz (1996), en la descripción fenotípica de 23 materiales regionales de frijol común (*phaseolus vulgaris*) en el municipio de Pasto, obtiene resultados diferentes para quien este periodo oscilo entre 200 y 260 días, posiblemente por diferencia del medio, y por tratarse de variedades regionales.

Tabla 15

**Comparación de promedios para días a madurez de cosecha de diez
líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA(días)	SIGNIFICANCIA
BR59	207.33	A
OBNI02 (Testigo)	205	A
L106	203	A
P1	193	B
P2	193	B
L4	192.33	B
L3	192.33	B
L24	192.33	B
P3	191	B
L89	189.66	B
IR (Testigo)	187	B
L87	186.66	B

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 9.27

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

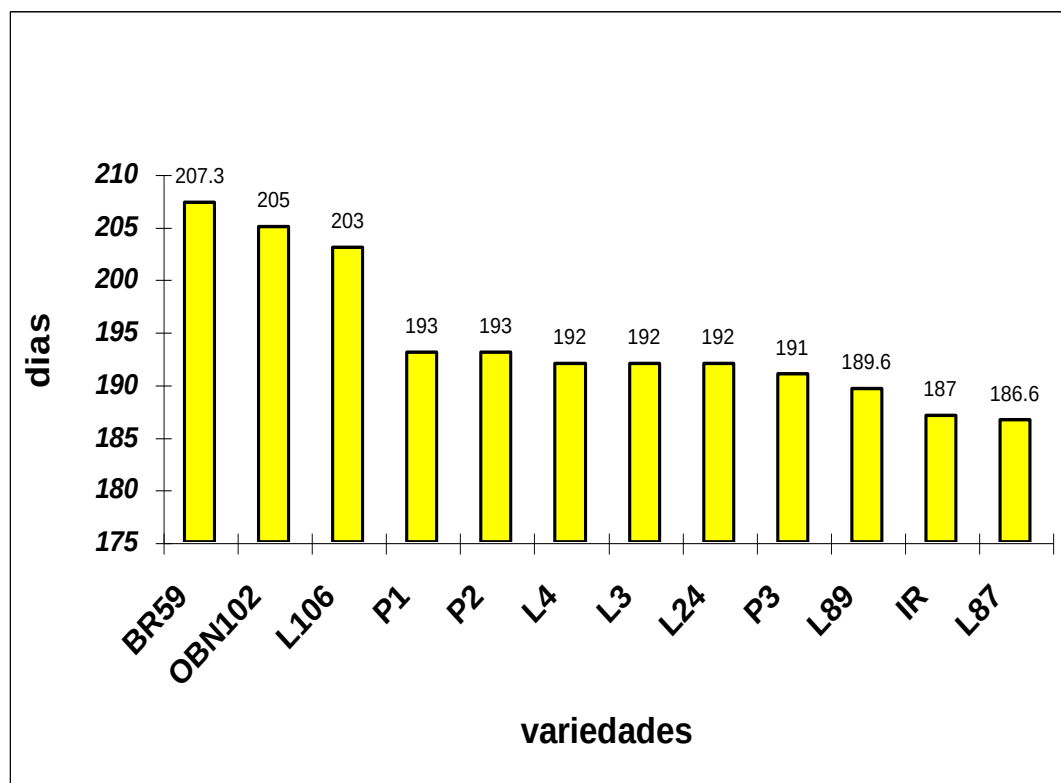


Figura 5. Días a madurez de cosecha de las líneas F8

3.2.2 COMPONENTES DE RENDIMIENTO

En todos los componentes de rendimiento se dieron diferencias altamente significativas entre materiales.

3.2.2.1 Número de vainas llenas por planta

Estuvo comprendido entre 10.33 y 70 vainas por planta, determinándose como más productivas L4, OBN102y L3 todas de grano blanco con 65.33 a 70 vainas sin diferencias significativas entre ellas, pero sí con respecto a la mayoría de materiales, excepto L24 con 52.33 vainas. Además de las diferencias ya anotadas las líneas IR, L87, P2, L24, junto con las de grano blanco se comportaron con resistencia al ataque de del patógeno que causa el amarillamiento, presentaron una carga uniforme, de abajo hacia arriba, con maduración en la mayoría de las vainas a igual tiempo, siendo ventajoso para la recolección del frijol en una a dos pases de las vainas a recolectar.

Los materiales menos productivos fueron P1, BR59, L89, L106 y P3 con 10.33 a 30.66 vainas por planta sin diferencias significativas entre ellas, (Tabla 16), caracterizándose por ser susceptibles al patógeno causante del amarillamiento, presentar la floración y carga en la parte alta, y con maduración de las vainas desuniforme.

Fernández y Rosero (1981), en la evaluación de 100 variedades de fríjol voluble en el municipio de Pasto, obtuvieron 3 grupos de materiales; los que

produjeron más de 20 vainas, entre 15 a 20 vainas y materiales que produjeron menos de 15 vainas; que los catalogaron como los menos productivos. Resultados diferentes se presentaron en este trabajo, al distinguirse tres grupos los que produjeron más 52.33 vainas por planta, entre 52.33 y 37.66, y los que produjeron menos de 30.66 vainas por planta en los tratamientos, (Tabla 16).

Guerrero y Torres (1986), observaron que en su estudio los materiales evaluados presentaron un promedio de 47 vainas por planta; con variedades como Bolón blanco, Sangre Toro y Conejo con producciones de 69.53 y 53 vainas por planta, estos resultados son similares a los obtenidos para los materiales con más altos valores de vainas por planta del presente estudio L24, L4, L3 y OBN102 (Testigo).

3.2.2.2 Porcentaje de vaneamiento

Estuvo comprendido entre 11.96 y 34.59%. El más alto porcentaje se dio en P1 con diferencias significativas con respecto a los demás materiales cuyo vaneamiento fue de 11.96 a 23.55. Además se obtuvo menor vaneamiento en L24, OBN102, L4, ICA Rumichaca, L89 y L3 con 11.96 y 15.86% sin diferencias significativas entre ellas (Tabla 17), posiblemente por la adaptación al medio, por tener un buen comportamiento fitosanitario, tanto a enfermedades del follaje como antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum) y roya (Uromyces phaseoli) y radicales (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli).

Tabla 16

**Comparación de promedios para número de vainas por planta de diez
líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f.
sp phaseoli) y dos testigos.**

MATERIAL	MEDIA (Vainas)	SIGNIFICANCIA
L3	70	A
L4	65.33	A
OBN102 (Testigo)	65.33	A
L24	52.33	AB
P2	45.66	B
L87	38.33	B
IR (Testigo)	37.66	B
P3	30.66	C
L106	24.33	C
L89	20.66	C
BR59	11.33	C
P1	10.33	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 21.37

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 17

Comparación de promedios para el porcentaje de vaneamiento de diez líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	% (vainas vanas)	SIGNIFICANCIA
P1	34.59	A
P3	23.55	B
BR59	21.96	B
L106	18.98	B
L87	17.86	B
P2	16.34	B
L3	15.86	C
L89	15.80	C
IR (Testigo)	15.77	C
L4	14.72	C
OBN102 (Testigo)	13.17	C
L24	11.96	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 4.24

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

El porcentaje de vaneamiento más alto lo presentó P1 con 34.59%, esto debido posiblemente a la susceptibilidad de este material a (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**) ó a temperaturas frías; lo anterior se confirma de acuerdo a lo expuesto por Saens citado por Fernández y Rosero (1981), donde la mejor temperatura para el cultivo está entre 18 y 24°C, ya que temperaturas mayores o inferiores influyen adversamente en la fructificación y en el desarrollo de la planta.

Al comparar los materiales de grano rojo BR59 y P1 con mayor % de vaneamiento, respecto a la línea L24 Que tuvo que el menor % de vaneamiento; esto es posible que las líneas con alto % de vaneamiento fueron susceptibles al patógeno causante del amarillamiento, como también tiene menor tolerancia a regiones altas o a condiciones desfavorables que las afecten. También es posible que tales diferencias en el vaneamiento se deban a la distinta constitución genética de las líneas

3.2.2.3 Número de granos por vainas

Fue de 3.82 a 5.90 granos por vaina. Se determina mayor capacidad productiva entre L24, L106, ICA Rumichaca con 5.53 a 5.90 granos por vaina, sin diferencias significativas entre sí, ni con P2 con 5.15 granos por vaina, pero sí con respecto a los demás materiales, de los cuales BR59, P1,

OBN102, P3, L87 y L4 con 3.82 a 4.55 no tuvieron diferencias entre sí, (Tabla 18).

Resultados diferentes obtuvieron Quintero y Hernández citados por García et. al (1992), para quienes el número de granos por vaina su valor osciló entre 5 y 8 gramos/vaina. La respuesta de este carácter depende en gran parte de la constitución genética de los materiales evaluados, sin embargo el ambiente también tiene su aporte para la expresión de dichos genes.

3.2.2.4 Peso de 100 semillas

Estuvo comprendido entre 53.96 y 89.39g. La línea P2 con 89.39 gramos, tuvo diferencias significativas respecto a la mayoría de materiales, excepto con L24 y BR59 con 77.65 y 85.50g. No se obtuvo diferencias significativas entre ICA Rumichaca, L87, OBN102, P1, L4, L89, P3 y L3 con 53.96 a 66.34g, (Tabla 19)

Los resultados de la línea P2, fueron diferentes a los reportados por Angulo, (1994) y Benavides, (2000) quienes reportaron un peso de promedio de 85 y 83 gramos respectivamente, para los tratamientos de mayor peso. Los resultados promedios para los tratamientos IR, L87, L4, OBN102, P1, L89, P3 y L3 de menor peso fue de 72 gramos, lo que difieren de los obtenidos para los mismos autores para los materiales con un menor peso fueron de 78 y 58 gramos respectivamente.

Cruz y Revelo (1997), obtuvieron pesos comprendidos entre 28,99 y 84,64g, se observa entonces como existen materiales que pesan de manera similar a

los materiales del presente estudio, es más ellos obtuvieron materiales mucho más livianos, posiblemente debido a diferencias en las condiciones ambientales que pudieron afectar, especialmente en la etapa de llenado de grano en el cual un tiempo demasiado seco puede afectar más el peso de granos en algunos genotipos.

3.2.2.5 Rendimiento de grano seco Kg/ha

Se comprendió entre 463.66 y 3676.33 Kg/ha. Los materiales más productivos fueron L3, P2, OBN102, L24 y L4 con 2822.33 a 3676.33 Kg/ha. con diferencias significativas respecto a P1, BR59, L89, L106, P3 y L87 con 463.66 a 1641 Kg/ha, líneas que no mostraron diferencias significativas entre sí, ni con respecto a ICA Rumichaca que rindió 1873.33 Kg./ha, (Tabla 20 y figura 6).

Los materiales de fríjol voluble con los mayores rendimientos no resultaron ser los mismos que se destacaron en las demás etapas de componentes de rendimiento, con excepción de los materiales L24, P2 y L3, siempre han estado comandando las tablas de los componentes de rendimiento.

Tabla 18

Comparación de promedios para el número de granos por vaina de diez líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(granos/vaina)	SIGNIFICANCIA
IR (Testigo)	5.90	A
L106	5.90	A
L24	5.53	A
P2	5.15	AB
L3	4.69	BC
L89	4.64	BC
L4	4.55	BCD
L87	4.52	D
P3	4.51	D
OBN102 (Testigo)	4.15	D
P1	4.1	D
BR59	3.82	D

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 0.80

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Tabla 19

Comparación de promedios para el peso de 100 semillas de diez líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA (Gramos)	SIGNIFICANCIA
P2	89.39	A
BR59	85.50	AB
L24	77.65	AB
L106	73.61	B
L3	66.34	C
P3	65.92	C
L89	64.26	C
P1	64	C
OBN102 (Testigo)	63.33	C
L4	63.29	C
L87	63.16	C
IR (Testigo)	53.96	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 12.95

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

Los bajos rendimientos obtenidos en las líneas P1, BR59, L89, L106 y P3, están relacionadas con la mayor susceptibilidad al amarillamiento producido por el hongo **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** Lo cual confirma que éste patógeno es un cierto limitante en la producción. En general las líneas que presentaron los más bajos porcentajes de las plantas afectadas por el amarillamiento **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)** fueron también las de mayores rendimientos.

Las producciones con respecto a los materiales de grano rojo (P1y BR59), excepto L24 con 3176.33 kg/ha, son menores a lo obtenido por Angulo (1994), quien obtuvo rendimientos de 1800 kg/ha en monocultivo, sin embargo para los materiales de grano blanco L3, OBN102 Y L4 con 2822.33, 3155 y 3676.33, se observa que los resultados obtenidos son superiores a lo encontrado por el mismo autor, quien afirma que rendimiento para Bolón Blanco es de 2800Kg/ha en monocultivo.

Por otra parte los materiales de grano blanco que presentaron el menor peso de las semillas respecto a los de grano rojo, se comportaron como los más productivos, debido a que las líneas de grano blanco superan a las líneas rojo significativamente en cuanto a mayor número de vainas por planta, menor % de vaneamiento excepto a L24.

Tabla 20

Comparación de promedios para los rendimientos (Kg/ha) de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

MATERIAL	MEDIA(Kg/ha)	SIGNIFICANCIA
L4	3676.33	A
L24	3176.33	A
OBN102 (Testigo)	3155	A
P2	3132.31	AB
L3	2822.33	AB
IR (Testigo)	1878.33	BC
L87	1641	C
P3	1431	C
L106	1398	C
L89	1000.66	C
BR59	658.33	C
P1	463.66	C

FUENTE: Autores del presente trabajo.

Comparador de Tukey 0.05; 1513.28

Promedios con la misma letra no son estadísticamente diferentes

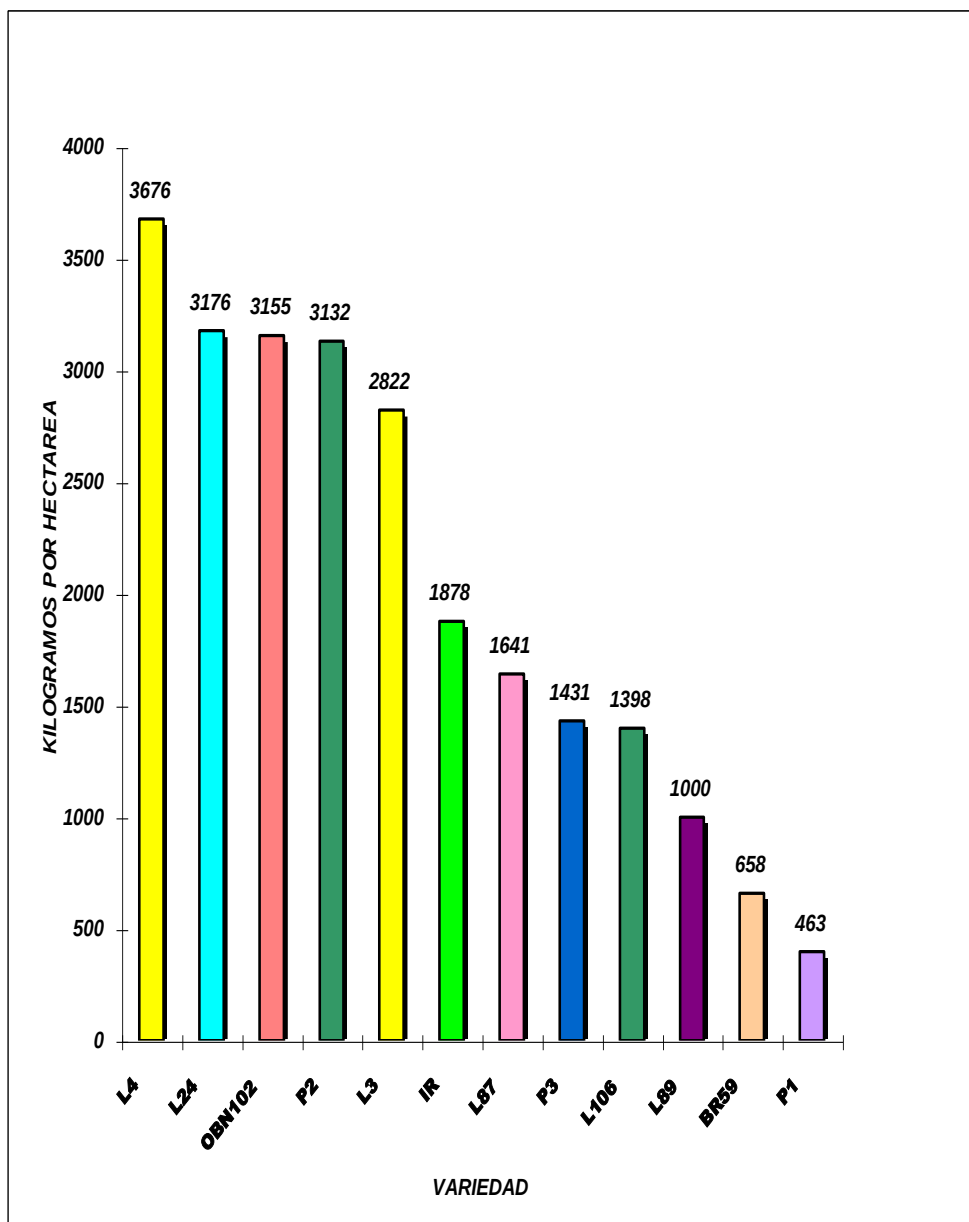


Figura6. Rendimiento por hectárea de las líneas F8

3.2.3 Distribución de la Producción en relación días a cosecha de diez líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

La figura 7 muestra la producción y los días a cosecha; al relacionar estas variables no se observa correspondencia de la producción y días a cosecha; los puntos más altos de días a cosecha se presentaron en dos tratamientos con baja producción (BR59y L106) y a un tratamiento con alta producción (OBN102), en general se observa que tratamientos con alta producción y baja producción cumplen su ciclo de vida desde la siembra hasta la cosecha entre 186 y 193 días sin diferencias significativas. lo que indica que en estas líneas existe una gran variabilidad en cuanto al tipo de planta (agresiva y no agresiva), al cumplimiento del ciclo de vida, producción, precocidad, resistencia a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y posiblemente a la adaptación al medio; esto se debe a que estas líneas proceden de progenitores fenotípicamente y genéticamente diferentes.

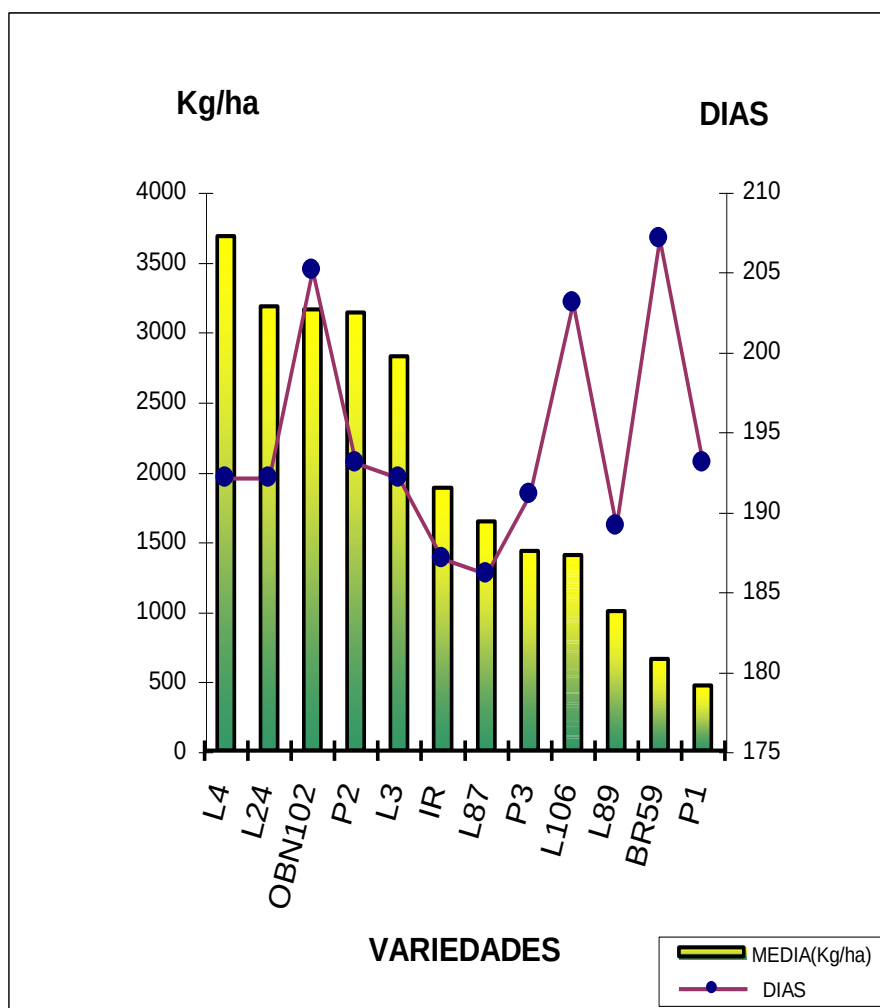


Figura 7 Producción de los tratamientos y días a cosecha de las líneas F8

3.2.4 Incidencia del patógeno en diez líneas de fríjol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos

En el análisis de la incidencia del patógeno se observó diferencias entre los tratamientos, en cuanto a la clase, % de incidencia y grado (Cuadro 3); para condiciones de inóculo natural presentes en el experimento, indica que las líneas P1, BR59, fueron las más susceptibles con 55 y 50% respecto a los demás materiales evaluados que tuvieron entre 18 y 0% de plantas con síntomas de (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli).

Las líneas L4, L24, L3 y IR presentaron 0% de plantas con síntomas de (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) mostraron una expresión favorable ante las líneas OBN102, L87, P2 que tuvieron reacciones intermedias de porcentajes de afección entre 3.3, y 6.6 % respectivamente.

Las líneas L4, L24, L3 y IR pertenecen a la clase de Inmunidad(IH) por tener 0% de incidencia, respecto a las líneas OBN102, L87, P2 que tuvieron una resistencia (R) que puede ser útil desde el punto de vista del mejoramiento, mientras las líneas P1, BR59 hay que descartarse por comportarse como variedades susceptibles (S), (Cuadro 3).

Cuadro 3

Análisis del % de incidencia de diez líneas de frijol voluble resistentes

a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos.

TRATAMIENTO	%INCIDENCIA	CLASE	GRADO
L4	0	IH	0
L24	0	IH	0
L3	0	IH	0
ICR	0	IH	0
OBN102	5	R	3
P2	5	R	3
L87	5	R	3
L106	15	I	6
P3	20	I	6
L89	22.5	I	6
BR59	50	S	9
P1	55	S	9

FUENTE: Autores del presente trabajo.

IH = Inmunidad

R = Igual a los mejores testigos resistentes

I = Entre los testigos resistentes y susceptibles

S = igual a los testigos susceptibles

3.2.4.1 Producción en relación al % de incidencia de diez líneas de frijol voluble resistentes a (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) y dos testigos

La figura 8 al comparar los resultados de producción y el % de incidencia de las plantas afectadas por el patógeno, se observa que los puntos más altos (%incidencia) corresponden directamente a los materiales menos productivos en cuanto a producción, %de vaneamiento; por la alta susceptibilidad que presentaron los materiales.

En general en las evaluaciones que se hicieron de los materiales de selección individual y las líneas F8, se observa que la susceptibilidad de los materiales al patógeno, es determinante para afectar en forma negativa los rendimientos. En contraste se puede apreciar que muestran menos incidencia del patógeno los mayores rendimientos. Además los materiales susceptibles a la enfermedad fueron afectados en más de un 50% de su producción. Estos resultados concuerda con los reportados por Angulo, (1992) que el marchitamiento causado por (Fusarium oxysporum f. sp phaseoli) es una limitante, que afecta los rendimientos hasta en un 60 por ciento.

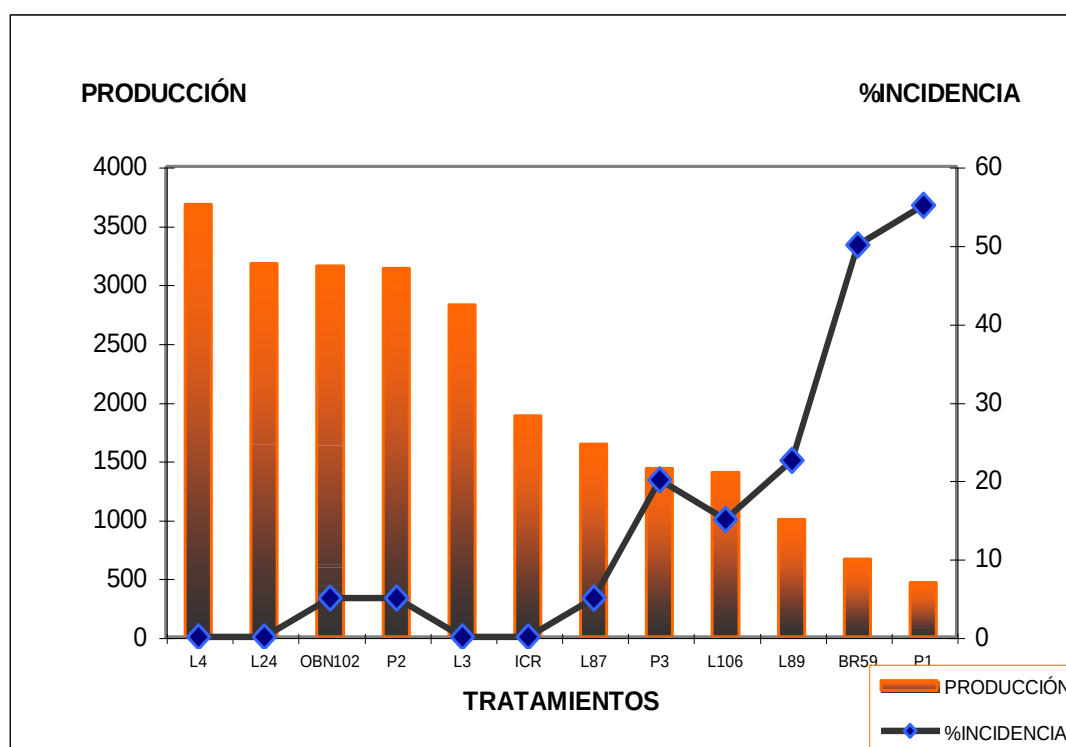


Figura 8: producción de los tratamientos y % de incidencia de las líneas F8

4. CONCLUSIONES

- 4.1 Las líneas de granos rojo L17, L43 y bolón rojo precoz excepto bolón rojo regional (selección individual), fueron las más precoces que las líneas de granos blanco en las etapas de floración, formación de vainas, llenado de vainas, madurez fisiológica y madurez de cosecha, con promedios comprendidos entre 180.3 y 216 días.
- 4.2 Las líneas de granos blancos L69 y L60 (selección individual), fueron las más resistentes al ataque de **(Fusarium oxysporum f. sp. Phaseoli)**, con cero por ciento de plantas afectadas por el patógeno.
- 4.3 Los materiales seleccionados a partir de bolón rojo regional (L17 y L43) presentaron porcentajes de afección que las de grano blanco, que oscilo entre 5 y 6.6 % de plantas afectadas por el patógeno sin embargo fueron resistentes a **(Fusarium oxysporum f. sp. Phaseoli)**. La variedad rojo regional con 44% de plantas afectadas se consideró como la más susceptible.
- 4.4 Las líneas de granos blanco L59, L60 y OBN102 fueron las más productivas con 3479.3 a 2904.3 kilogramos/Ha.; Superando a la variedad bolón rojo regional y a las líneas de grano rojo L43, L17 y BRPRECOZ con 1503 a 934.6 kilogramos/ha.
- 4.5 Los materiales de grano blanco compensan el menor peso de las semillas frente a los materiales de grano rojo, con un mayor número de granos por vaina, menor porcentaje de vaneamiento y un menor

4.6 porcentaje de plantas afectadas por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**.

4.7 En la evaluación de Las líneas (F8), L4, L24, L3 e IR fueron las más resistentes al ataque causada por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**, con 0% . Las líneas P1, BR59, L89, P3 y L106 se comportan como los materiales más susceptibles con 55 y 20% de plantas afectas por el patógeno.

4.8 Al relacionar los dos ensayos se obtuvo que los materiales de selección individual se comportan en días a floración y llenado de vaina en un tiempo más corto que las líneas F8; Sin embargo las 18 líneas en estudio tienden a uniformizarse en las etapas de madurez fisiológica y madurez de cosecha con 186.6 y 207 días para las líneas (F8) y 180.3 a 207 para las líneas de selección individual con excepción bolón regional que comportó como la más tardía con 216 días.

4.9 Las líneas (F8), L3, P2, OBN102, L24 Y L4 se comportaron como las más productivas con 2823.3 a 3676.3 kilogramos/Ha. Superando así a las líneas P1, BR59, L89, L106, P3, L87 y IR con 463.6 a 1878.3 kilogramos/ha.

4.10 En los ensayos se observa que la producción es inversamente proporcional al porcentaje de plantas afectas por **(Fusarium oxysporum f. sp phaseoli)**.

5. RECOMENDACIONES

- 5.1 Estudiar el comportamiento de los materiales promisorios de Bolón Rojo (L17 y L43) y de tipo Bolón Blanco (L59 y L60) en asocio en cultivos como el maíz.
- 5.2 Tratar de introducir la tecnología de enmallado para el cultivo de fríjol voluble con los materiales promisorios a las diferentes regiones en donde se utiliza sistemas de cultivo convencionales como el envarado.
- 5.3 Hacer pruebas regionales en las diferentes zonas productivas del Departamento de Nariño, para evaluar el comportamiento de las líneas promisorias resistentes a (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**) frente a las variedades utilizadas en cada región.
- 5.4 Determinar el número de genes que gobierna la resistencia de los materiales de los genotipo a (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**).
- 5.5 Las mismas recomendaciones se pueden aplicar para las líneas F8 resistentes a (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**) evaluadas en el presente estudio y que fueron calificadas como promisorias (L4, L24, L3, L106, P2 y L87).

BIBLIOGRAFIAS

ANGULO, Néstor. Descripción de las principales variedades de frijol voluble cultivadas Nariño. Boletín Técnico No. 228, C.I. Obonuco, Pasto, Abril de 1.994. 116 p.

ANGULO, Néstor y ARCILA B. Factores que limitan la producción del frijol voluble en Nariño, ICA regional 5, informé Técnico No. 59, Pasto, Colombia 1.990. 23 p.

ANGULO, Néstor y CASTILLO. M. ICA Rumichaca. Variedad mejorada de fríjol voluble para clima frío y frío moderado. Plegable divulgativo No 261. Pasto, 1992.

BENAVIDES, Hernán. Evaluación por componentes de rendimiento de ocho líneas de fríjol voluble resistentes a (**Fusarium oxysporum f. sp phaseoli**) bajo condiciones de inoculo natural. Tesis Ing. Agr. Pasto Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de ciencias Agrícolas, 2000. 77p.

BURITICA, Alirio. La resistencia y genética en la lucha contra las enfermedades: cuestión de regiones, cultivos, enfermedades y agricultores. ASCOLFI informa (Colombia) 18 (6): 57 – 60, 1992.

BORRERO, Santiago. Diccionario Geográfico de Colombia, Santa fe de Bogotá, Colombia, IGAC, 1996. 3ª ed. Vol. 2. 623 p.

CANCHALA, Bolivar. Y CANCHALA, Julio. Diagnostico de Males (Municipio de Córdoba) Departamento de Nariño, 1996. 127p.

CASTAÑO, Jairo. Estandarización de la estimación de daños causados por hongos, bacterias y nematodos en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). La Fitopatología. Cali, Vol. 3, N°1. 1989. 13-19 p.
Centro Internacional de Agricultura Tropical. Desarrollo, Evaluación y uso del germoplasma de fríjol común en Colombia. In. Progreso en la Investigación

y producción del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Cali (Colombia), 1989. 243 – 251 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. Pudriciones radicales del frijol y su control, Cali, Colombia. 1981. 52 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. Morfología de planta del frijol común (*Phaseolus, vulgaris*). 2ª ed. Cali, Colombia, 1981. 50p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. Problemas de campo en los cultivos de frijol en el trópico. Cali, Colombia, 1995. 220 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical. Enfermedades del Frijol causadas por hongos y su control; guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Cali, Colombia, 1982. 56 p.

CORTES, Miguel. Estudio General del Suelo del sur oriente del departamento de Nariño, Bogotá, Colombia, IGAC, 1989. 37-47 p.

COLOMBIA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Estadísticas del Sector Agropecuario y Pesquero, Anuario. Bogotá, 1995. 56 p.

CRUZ, Rita y REVELO, Jenny. Evaluación del comportamiento de genotipos de frijol voluble en asocio con maíz, en la vereda Santa Rosa, municipio de Imues. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1997, 73 p.

DONGO, Segundo y MULLER, Ludwig. Estudio sobre la patogenicidad de (**Fusarium oxysporum f. Sp Phaseoli**) en el frijol. II. Pruebas varietales. Turrialba (Costa Rica). 19(1): 71 -81. 1969.

FERNANDEZ, et al. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común. Guía de estudio. CIAT. Cali, 1982. 26pp.

FERNANDEZ, Floro y ROSERO, Francisco. Evaluación de 100 variedades de frijol voluble en el municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Tesis

Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1981, 44 p.

GUERRERO, Omar y ANGULO, Néstor. Evaluación de germoplasma de frijol voluble por resistencia a **(Fusarium oxysporum f. sp. Phaseoli)**. Ascolfi Informa (Colombia) 16 (6): 52-54. 1990

GUERRERO, Stella y TORRES, Núbia. Comportamiento agronómico de 12 variedades regionales de frijol voluble de clima frío, dos sistemas de cultivo en una zona del departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1986, 90 p.

HARBORNE, Jeffrey. Introducción a la bioquímica ecológica. Madrid, Alhambra, 1985. 351 p.

IDEAM. Datos meteorológicos; de la estación meteorológica de san Luis. Ipiales Nariño, Colombia, 2001.

LATORRE, Bernardo. Enfermedades de las plantas cultivadas. 5 ed. México, Alfaomega y Universidad Católica de Chile, 1999. 646 p.

LEDEZMA, Jairo. y RENDON, Roger. Estudio sobre amarillamiento del frijol de enredadera (*Phaseolus Vulgaris* L.) en el municipio de Potosí, departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1980 43 p.

MOSQUERA, Jairo. y RUIZ, Hugo. Evaluación de los materiales de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado con maíz (*Zea mays* L.) en una zona de clima del departamento de Nariño. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1986. 67p.

OSPINA, Julio. y ALDANA, Héctor. Enciclopedia agropecuaria Terranova, tomo II: producción agrícola 1, Santa fe de Bogotá, Terranova, 1995. 278 p.

REALPE, Carmen. y Navia, Edwin. Evaluación de 23 materiales de frijol voluble por resistencia al amarillamiento causado por el hongo (**Fusarium Oxysporum Schiecht F. sp. Phaseoli**). Tesis Ing. Agr. Pasto, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1997. 104 p.

SAÑUDO, Benjamín. Et al. Manejo agronómico de leguminosas en las zonas cerealeras, 1ª Ed. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1999. 98 p.

SAÑUDO, Benjamín y ZUÑIGA, Ovidio. Informe preliminar sobre una variedad de frijol voluble tolerante al amarillamiento por (**Fusarium Oxysporum Schiecht F. sp. Phaseoli**). en el departamento de Nariño. Ascolfi informa (Colombia) 8 (3): 3-5. 1982.

TAMAYO, Pablo. Manejo y Control de las Enfermedades de Frijol Voluble (Phaseolus Vulgaris L.), Corpoica, Boletín Técnico, Río Negro, Antioquía, 1995. 8 p.

TIMANA, Edwin y CRUZ, Wilmer. Descripción fenotípica de 23 materiales regionales de frijol Común (Phaseolus vulgaris L.) en el municipio de Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1996. 21p.

VELANDIA, J. Evaluación de 38 materiales de frijol (Phaseolus vulgaris) por su comportamiento a (**Fusarium oxysporum F. sp. phaseoli.**) Bogotá, ICA. C.I. Tabaitatá, 1990. 12 p. (mecanografiado).

A N E X O S

ANEXO 1

ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL NUMERO DE DIAS DESDE LA SIEMBRA HASTA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE 7 MATERIALES DE BOLÓN BLANCO Y BOLÓNES ROJOS DE FRIJOL VOLUBLE RESISTENTES A (Fusarium. oxysporum f. sp. Phaseoli)

CUADRADO MEDIO

FV	GL	Floración	Prod. Vainas	Llenado de vainas	de Mad. Fisiológica	Cosecha	F. tab 5%	1%
Bloques	2	0.33 NS	14.62*	9.33*	2.90	1.86 NS	3.88	6.93
Tratamientos	6	57.60**	46.21**	82.19**	467.825**	585.94**	3.00	4.82
Error	12	1.39	2.56	2.33	5.68	6.91		
TOTAL	20							
CV(%)		1.925	1.35	1.03	1.32	1.33		

FUENTE: Autores del presente trabajo.

NS = No hay diferencias significativas

* = No hay diferencias significativas al 5%

** = Significativo al 1% de probabilidad

ANEXO 2

**ANALISIS DE VARIANCIA PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y
PRODUCCION DE 7 MATERIALES DE BOLONES ROJOS Y BLANCOS
DE FRIJOL VOLUBLE RESISTENTES A
(Fusarium. oxysporum f. sp. Phaseoli)**

CUADRADO MEDIO

FV	GL	N°Vainas /planta	Vaneam iento	Granos/ vaina	Peso g/100 semillas	Producción Kg/ha	F. tab	
							5%	1%
Bloques	2	1.71NS	3.85	0.21*	3.52NS	161136NS	3.88	6.93
Tratamientos	6	1035.19**	97.31	0.69**	510.12**	4024059.12**	3.00	4.82
Error	12	4.547	2.15	0.039	8.04	70595.11		
TOTAL	20							
CV(%)		6.35	8.12	4.84	3.53	13.14		

FUENTE: Autores del presente trabajo.

NS = No hay diferencias significativas

* = No hay diferencias significativas al 5%

** = Significativo al 1% de probabilidad

ANEXO 3

ANALISIS DE VARIANCIA PARA EL NUMERO DE DIAS DESDE LA SIEMBRA HASTA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DE 12 MATERIALES (LÍNEAS F8), DE FRÍJOL VOLUBLE RESISTENTES A (Fusarium. oxysporum f. sp. Phaseoli)

CUADRADO MEDIO

FV	GL	Floración	Prod. Vainas	Llenado de vainas	Mad. Fisiológica	Mad. Cosecha	F. tab 5%	1%
Bloques	2	0.027 NS	1.027 NS*	29.25*	7.19 NS	0.028 NS	3.44	5.72
Tratamientos	11	5.232**	20.69**	33.90**	142.51**	141.50**	2.34	3.20
Error	22	1.30	3.99	5.52	9.95	9.72		
TOTAL	35							
CV(%)		1.098	1.606	1.53	1.747	1.603		

FUENTE: Autores del presente trabajo.

NS = No hay diferencias significativas

* = No hay diferencias significativas al 5%

** = Significativo al 1% de probabilidad

ANEXO 4

ANALISIS DE VARIANCIA PARA COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y PRODUCCION DE 12 MATERIALES (LÍNEAS F8), DE FRÍJOL VOLUBLE RESISTENTES A (Fusarium. oxysporum f. sp. Phaseoli)

CUADRADO MEDIO

FV	GL	N°Vainas	Vaneamie	N°Grano	Peso g/100	Producción	F. tab	
		/planta	nto	/vaina	semillas	Kg/ha	5%	1%
Bloques	2	2.58 NS	0.092 NS	0.102 NS	5.94 NS	219400.75 NS	3.44	5.72
Tratamientos	11	1303.33**	111.43**	1.42**	316.35**	3670437.66**	2.34	3.20
Error	22	51.64	2.032	0.073	18.96	259028.63		
TOTAL	35							
CV(%)		18.27	7.75	5.65	6.28	24.99		

FUENTE: Autores del presente trabajo.

NS = No hay diferencias significativas

* = No hay diferencias significativas al 5%

** = Significativo al 1% de probabilidad

